N° 2 31 JANVIER 1932

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Art de l'Ingénieur.

Les huiles isolantes.

L'emploi de plus en plus généralisé des courants à haute tension pour les transports d'énergie électrique, a posé des problèmes particulièrement délicats à résoudre en ce qui concerne la transformation de ces courants en courants à basse tension ou réciproquement, d'une part, et l'établissement des organes de coupure, d'autre part. L'isolement des éléments sous tension doit, en effet, être très poussé si l'on veut éviter de graves accidents et, en même temps, il y a lieu d'assurer le refroidissement soit d'appareils travaillant d'une façon continue tels que les transformateurs, soit, au contraire, d'appareils ne travaillant qu'exceptionnellement, mais pouvant produire alors des arcs de température extrêmement élevée. L'emploi des huiles isolantes constitue l'une des méthodes les plus remarquables dont on dispose pour résoudre ces problèmes.

Les huiles minérales pures sont douées d'un pouvoir diélectrique très élevé qui leur assure de très importants débouchés en électrotechnique. Les huiles utilisées comme huiles isolantes sont des huiles provenant de la distillation des pétroles bruts et auxquelles on fait subir un traitement spécial de manière que leur pureté soit absolue, et qu'elles ne contiennent aucune trace d'humidité.

Dans la gamme des produits de la distillation du pétrole, les huiles isolantes se classent dans la catégorie des huiles industrielles et des huiles spéciales, entre les gas oils et les fuel oils, d'une part, et les huiles pour automobiles, d'autre part. Elles doivent être de faible viscosité.

Le raffinage des huiles isolantes doit être extrêmement complet, ce qui rend ces huiles coûteuses et explique pourquoi les industriels qui doivent les employer ont intérêt à les régénérer ou mieux encore à les entretenir, afin de prolonger la durée de leurs services dans toute la mesure du possible.

A l'heure actuelle, avec le développement des postes de coupure à haute tension et de transformation, conséquence de l'électrification générale, l'industrie des huiles isolantes a pris une notable importance et plusieurs raffineries assurent aujourd'hui la production de ces huiles sur le territoire français. Les huiles isolantes sont appelées à jouer simultanément plusieurs rôles :

1° Elles contribuent à assurer l'isolement des conducteurs parcourus par des courants à haute tension.

2° Elles doivent assurer la transmission de la chaleur dans les cas où elles sont employées au refroidissement des appareils.

3° Elles doivent éteindre rapidement les arcs électriques qui peuvent se former soit normalement dans les appareils de coupure, soit accidentellement dans d'autres appareils.

Les deux principales applications des huiles isolantes en électrotechnique se trouvent dans les transformateurs dits « à bain d'huile » et dans les interrupteurs et disjoncteurs dits « dans l'huile ».

On sait que dans les transformateurs statiques, la transformation du courant est obtenue par induction et qu'elle s'accompagne d'un fort dégagement

de chaleur dans les enroulements : l'énergie ainsi dissipée sous forme de chaleur doit d'ailleurs être réduite au strict minimum, étant donné qu'elle constitue une perte sèche.

Dans les transformateurs de faible puissance, où le dégagement de chaleur n'est pas considérable, le refroidissement est obtenu tout simplement par l'air extérieur, quitte à avoir recours à des dispositifs de ventilation appropriés. Mais pour les transformateurs de forte puissance, il est, en général, nécessaire d'assurer le refroidissement par des dispositifs plus compliqués et le plus souvent par l'emploi d'un liquide qui assure le transport des calories des enroulements à la carcasse extérieure des transformateurs. Celle-ci est alors munie d'ailettes qui assurent la dissipation de la chaleur dans l'atmosphère. On se trouve en somme en présence de radiateurs de dimensions parfois considérables, et le fluide utilisé pour véhiculer les calories n'est autre qu'une huile isolante à grand pouvoir diélectrique. L'huile employée dans les transformateurs à bain d'huile, doit, tout en assurant la transmission des calories, des enroulements à la carcasse métallique, contribuer à l'isolement des conducteurs parcourus par le courant haute tension.

En ce qui concerne les dispositifs de coupure du courant, l'emploi des interrupteurs et disjoncteurs dans l'huile n'a cessé de se développer, bien que l'emploi des appareils de coupure à l'air libre garde de nombreux partisans pour les faibles et moyennes puissances. La construction des interrupteurs et disjoncteurs dans l'huile, dont certains doivent aujourd'hui assurer les manœuvres d'ouverture et de fermeture en charge sous des tensions atteignant 150.000 à 220.000 volts, offre les plus grandes difficultés, surtout s'il s'agit en même temps de couper des puissances considérables. Aussi, leur établissement a-t-il demandé des recherches théoriques et expérimentales très approfondies sur les phénomènes de rupture et les phénomènes connexes. Plusieurs grandes firmes de construction de matériel électrique ont installé dans leurs ateliers des laboratoires d'essai, spécialement installés pour l'expérimentation de cet appareillage.

Dans les interrupteurs et disjoncteurs, l'huile tout en contribuant comme dans les transformateurs, à l'isolement des conducteurs parcourus par du courant haute tension, a surtout pour but d'éteindre instantanément l'arc qui se forme entre les contacts de polarité différente au moment de la coupure.

L'extinction définitive de l'arc est obtenue d'autant plus rapidement que la vitesse de déplacement des contacts mobiles est plus grande et c'est surtout dans cette voie qu'ont porté les efforts des constructeurs.

Les dispositifs employés par les constructeurs dans l'établissement des disjoncteurs de forte puissance sont extrêmement nombreux et il est impossible d'en donner ici la description. Signalons toutefois les disjoncteurs à chambre d'explosion et les disjoncteurs spéciaux pour l'extérieur, dont certains modèles sont spécialement destinés à être installés sous des climats rigoureux, etc., signalons aussi des coffrets de manœuvre à contacts dans l'huile dont l'emploi est à recommander dans de nombreuses installations de moyenne puissance.

Pour remplir leur rôle, les huiles isolantes doivent rester même en service, dans un état de pureté suffisante. Dans le cas des transformateurs même lorsque ceux-ci ont été remplis avec des huiles isolantes de qualité irréprochable, répondant aux spécifications les plus sévères, ces huiles ne restent pas dans leur état primitif car, comme tous les dérivés du pétrole, elles s'altèrent plus ou moins sous l'action de la chaleur, surtout en présence d'oxygène, d'eau et de poussières, qui activent la détérioration par action catalytique. Elles donnent naissance à des dépôts, produits d'oxydation et de polymérisation et, d'autre part, se chargent de l'eau atmosphérique, qui se condense à son contact et des poussières entraînées par cette eau. Si l'on prélève un échantillon d'huile après quelques mois de fonctionnement du transformateur, on constate que son pouvoir isolant a fortement diminué surtout si l'appareil a subi des surcharges ou des surtensions normales, et encore bien davantage s'il y a eu un claquement. Les deux éléments les plus nuisibles que l'on trouve dans les huiles isolantes usagées sont :

1° Les boues et les dépôts provenant de l'oxydation et de la polymérisation; ils augmentent la conductibilité et d'autre part empêchent la transmission de calories des enroulements à la carcasse, les dépôts jouant un rôle analogue à celui des incrustations dans les chaudières. Il en résulte des inconvénients multiples; abaissement du rendement de l'appareil, court-circuit entre spires, affaiblissement des propriétés magnétiques des tôles, etc., d'autre part ces boues sont généralement acides et par conséquent corrosives.

2° L'humidité provenant de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique, cette humidité s'émulsionne dans l'huile en raison des dépôts et des poussières qui s'y trouvent, et présentent de nombreux inconvénients et même des dangers d'explosion. D'ailleurs les poussières seules, même en dehors de l'eau, étant soumises à un changement électrostatique, risquent de s'orienter et de former des lignes de force matérialisées qui agissent comme autant de chaînes conductrices.

Dans le cas des interrupteurs il se produit la combustion d'une fraction de l'huile à chaque coupure de l'arc; il en résulte la formation de carbone à l'état colloïdal, qui se répand dans l'huile et permet à l'humidité atmosphérique, comme aux poussières apportées par celle-ci de se maintenir à l'état émulsionné; la diminution du pouvoir isolant de l'huile prolonge la durée de l'arc au moment des coupures, entraînant ainsi la dégradation des contacts et accélérant celle de l'huile; en même temps, la formation d'importantes quantités de vapeur d'eau, lors des coupures, peut entraîner des explosions.

Ce qui précède montre que les huiles isolantes livrées à elles-mêmes, ne peuvent être laissées en service que pendant un temps assez limité, du fait

qu'elles sont soumises à diverses causes de détérioration et perdent rapidement les qualités que l'on est en droit d'en attendre. Comme il s'agit, ainsi que nous l'avons dit, de produits coûteux, dont le remplacement total, surtout dans les appareils de grande capacité, entraînerait des dépenses élevées, il y a intérêt à prolonger la durée d'utilisation des huiles au moyen d'un traitement approprié.

Deux thèses s'opposent à ce point de vue. La thèse de la régénération, très en faveur en Allemagne, et la thèse de l'entretien permanent.

Dans le cas de la régénération lorsque la qualité de l'huile est devenue absolument défectueuse, et qu'il serait dangereux de la laisser en service, on recueille cette huile et on lui fait subir un traitement qui n'est, en somme, qu'un nouveau raffinage. Cette opération nécessite forcément des installations complexes et coûteuses.

Dans le cas de l'entretien continu, on peut se contenter d'appareils beaucoup plus simples et relativement peu coûteux, dont il existe à l'heure actuelle, des modèles parfaitement adaptés aux besoins des usagers. On utilise encore, assez fréquemment, pour la purification des huiles, des filtres-presses à feuilles de papier buvard, mais c'est là un procédé assez lent qui entraîne une grande consommation de papier, et qui n'assure pas la dessiccation complète de l'huile; d'autre part, le papier buvard lui-même abandonne souvent des particules de cellulose qui se mélangent à l'huile, et sont susceptibles de nuire à ses qualités.

La méthode la plus généralement utilisée dans les installations modernes est celle du traitement des huiles par centrifugation, opération qui s'effectue au moyen de groupes spéciaux fixes ou transportables sur roues, et qui comprennent essentiellement un séparateur centrifuge, un réchauffeur d'huile électrique et un jeu de pompes dont le rôle consiste à assurer la manutention des liquides entre le centrifugeur et l'appareil dont l'huile doit être régénérée. Dans certains pays, et notamment aux Etats-Unis, on utilise parfois des épurateurs centrifuges de grandes dimensions établis sur des camions automobiles, des wagons et même parfois sur des remorques de tramways.

On peut diviser les centrifugeurs les plus couramment utilisés, en deux groupes principaux qui diffèrent surtout par la vitesse et les dispositions intérieures du bol. Certains constructeurs préconisent un bol de diamètre relativement grand tournant à une vitesse modérée, et divisé intérieurement par un empilage de disques coniques de manière à diviser le liquide en lames parallèles très minces.

Les autres estiment, au contraire, qu'il est préférable d'avoir recours à un bol de faible diamètre, et très allongé tournant avec une grande rapidité (15.000 à 20.000 tours à la minute) l'huile souillée circule alors en nappes minces le long de la paroi, abandonnant ses impuretés par l'action de la force centrifuge, tandis que l'huile purifiée est évacuée à la partie supérieure où elle est recueillie pour être envoyée au transformateur, au disjoncteur, ou dans un récipient de stockage.

Les réchauffeurs dont sont munis certains groupes de centrifugation ont seulement pour but d'abaisser la viscosité de l'huile et de faciliter la séparation par différence de densité. Quelles que soient les précautions prises pendant l'épuration, que l'on ait recours à l'ancien procédé du filtre-presse ou au traitement plus complet de la centrifugation, la déshydratation de l'huile n'est pas absolue en raison de l'existence de pseudo-solutions huile-eau, qui se forment à certaines températures, et qui ne peuvent être éliminées que par une cuisson appropriée ou plus exactement par une vaporisation rapide de l'eau sous vide, de manière à n'introduire aucun risque d'altération de l'huile par oxydation. Cette déshydratation a parfois été effectuée dans des autoclaves de grandes dimensions avec des pompes à vide très importantes.

Il est intéressant de signaler la récente apparition d'un nouvel appareil qui permet d'obtenir simultanément la centrifugation des huiles isolantes et leur déshydratation par cuisson sous vide dans les conditions les plus satisfaisantes.

L'emploi de cet appareil offre de nombreux avantages sur le système qui consiste à combiner l'épurateur centrifuge avec un cuiseur en les accouplant dans un fonctionnement en série; la solution adoptée est beaucoup plus simple, et consiste à utiliser un centrifugeur à grande vitesse de rotation fonctionnant sous vide et à effectuer la cuisson pendant que l'huile se trouve dans l'état de division extrême qu'il est ainsi possible d'obtenir.

Voici d'ailleurs quelques détails sur la réalisation de ce nouveau dispositif. L'huile, après avoir parcouru le rotor de l'appareil de centrifugation, sort à la partie supérieure par une série de petits orifices régulièrement répartis à la périphérie et la pression centrifuge très élevée qui règne pulvérise l'huile par ces trous, les jets étant entraînés à une vitesse angulaire très élevée (15.000 à 16.000 tours à la minute). Il se produit une pulvérisation complète par chocs internes. L'huile apparaît, à la sortie du tube épurateur, dans l'enceinte, où règne un vide poussé, sous forme d'un véritable brouillard. Elle se trouve portée à une température supérieure d'au moins 40° à la température d'ébullition de l'eau dans le vide créé, et la vaporisation complète de l'eau résiduelle est instantanée. On construit sur ce principe des appareils dits « supercentrifuges-cuiseurs » dont la construction aussi simplifiée que possible conduit à des ensembles d'une commodité de manœuvre égale à celle des épurateurs centrifuges ordinaires. Le procédé que nous venons de décrire est susceptible d'une part d'assurer le traitement des huiles isolantes de tous les appareils qui en contiennent, et d'autre part d'assurer la mise à huile sur place des gros transformateurs; il suffit, dans ce dernier cas, de relier l'appareil à la cuve du transformateur en deux points haut et bas, de manière à permettre la marche en circuit fermé; l'huile prise au bas du transformateur pénètre dans l'appareil et en sort totalement anhydre

et pure; retournant à la cuve, elle se charge d'humidité, d'autant plus facilement qu'elle est rigoureusement anhydre puis retourne à l'appareil où elle abandonne l'eau prise dans le transformateur et ainsi de suite jusqu'à ce que la dessiccation de la cuve et des enroulements soit complète; la mise à l'huile est alors terminée.

On voit, par ce qui précède, que la question des huiles isolantes a pris aujourd'hui une importance considérable en électrotechnique, et qu'elle a posé des problèmes particulièrement délicats à résoudre, d'une part, dans la construction des transformateurs, disjoncteurs, etc. et d'autre part, dans la construction des appareils destinés à leur entretien. D'heureuses solutions permettent aujourd'hui d'établir des appareils à très haute tension fonctionnant avec le maximum de sécurité et d'assurer économiquement l'entretien des huiles isolantes au moyen d'appareils simples et réellement efficaces.

L. P.

***

Le graphite et ses applications industrielles.

Le graphite qui est, comme l'on sait, du carbone très pur, cristallisé, et que l'on extrait de certains gisements naturels, a trouvé aujourd'hui, dans diverses branches de l'industrie, des débouchés qui lui donnent une importance considérable. Nous nous proposons, dans les lignes qui vont suivre, d'examiner les principales applications industrielles du graphite, après avoir dit quelques mots de sa production.

Jusqu'à ces derniers temps, le graphite le plus réputé était celui qui provenait de l'île de Ceylan, qui en contient d'importants gisements. Les autres régions productrices de graphite sont la Bavière, la Corée, l'Italie, l'Australie, etc. ne fournissant pas des qualités de graphite aussi appréciées.

On a découvert, il y a quelques années, dans l'île de Madagascar, d'une part, et au Tonkin d'autre part, de très riches gisements de graphite d'excellente qualité, gisements qui sont aujourd'hui en pleine exploitation et dont les produits ont trouvé dans le monde entier des débouchés considérables.

C'est ainsi que, à l'heure actuelle, le graphite de Madagascar concurrence très sérieusement sur le marché mondial le graphite de Ceylan; comme ce dernier, il se présente sous la forme de paillettes ou de fibres à éclat métallique, ayant une meilleure conductibilité thermique et électrique que sous la forme amorphe.

Les facteurs les plus importants qui servent pratiquement à déterminer la qualité d'un graphite sont :

1° La teneur en gangue;

2° la nature de la gangue;

3° la grosseur du cristal.

La gangue à laquelle se trouve associé le graphite (silicate d'alumine, mica, etc.) n'a aucune des propriétés physiques du graphite. La teneur en gangue diminue le nombre qui exprime l'infusibilité, la conductibilité calorifique, la conductibilité électrique, etc.

Le soufre dans la pyrite, le fer, sont toujours désastreux dans les applications industrielles du graphite. Il importe que les traces de gangue qui peuvent rester en soient totalement dépourvues.

La dimension du cristal fait la supériorité incontestable du graphite naturel sur le graphite artificiel. Le graphite naturel a de gros cristaux, le graphite artificiel des cristaux microscopiques.

Mentionnons que l'on a récemment signalé en France la présence d'un gisement de graphite dans la Loire-Inférieure, à proximité du lac de Grandlieu; ce gisement, sur lequel on ne possède encore que peu de renseignements, a été découvert lors de l'exécution de sondages en vue de recherches de pétrole.

Le graphite présente des caractéristiques physiques et chimiques fort intéressantes qui lui assurent une grande diversité d'utilisation.

C'est tout d'abord un corps extrêmement réfractaire puisqu'il ne fond que vers 4.000° environ. Il offre une résistance chimique remarquable à tous les corps, sauf à l'oxygène, il n'existe ni acide ni base qui puisse l'attaquer en milieu réducteur. Il possède, d'autre part une conductibilité thermique très élevée (à haute température il conduit la chaleur presque aussi bien que l'acier) ainsi qu'une haute conductibilité électrique, qui dépend toutefois de son état de pureté et de son état d'agglomération; sa chaleur spécifique est faible.

Enfin le graphite est un corps flexible élastique et présente, au point de vue de la tension superficielle des propriétés curieuses, mises à profit dans de nombreuses applications (solutions colloïdales, graissage, détartrage, etc.). Il se comporte d'ailleurs comme un véritable lubrifiant solide.

Ses applications sont, comme nous l'avons déjà dit, fort nombreuses, du fait qu'elles mettent à profit des propriétés différentes; nous allons dire quelques mots des principales.

Le fait que le graphite est à la fois bon conducteur de la chaleur et très réfractaire, en même temps que résistant aux agents chimiques, a tout naturellement conduit à l'utiliser pour la fabrication des creusets (plombagine) pouvant supporter sans dommage les plus brusques changements de température. La fabrication des creusets de plombagine donne lieu aujourd'hui à une industrie importante, qui représente environ 75 % de la consommation du graphite; ils sont généralement confectionnés avec un mélange de graphite cristallin et d'argile. L'addition de graphite en proportion notable (50 à 70 %) à un creuset ordinaire en argile présente de nombreux avantages; elle élève notablement le point de fusion du creuset; elle augmente sa résistance mécanique; elle le rend beaucoup moins sensible aux dilatations et compressions provenant d'un réchauffement ou d'un refroidissement brusque; elle le rend inattaquable à certains métaux qui se combineraient avec l'argile (silicate d'alumine) pour donner des silicates fusibles à une température inférieure à celle des fours

et lui donne une conductibilité électrique qui permet parfois de s'en servir comme électrode. Le caractère réfractaire du graphite pouvant être altéré par la présence d'impuretés il y intérêt, dans la fabrication des creusets, à avoir recours à du graphite purifié, d'une teneur de 85 à 95 % comportant le moins possible de cendres fusibles et dans lequel on a procédé à une élimination très poussée des oxydes de fer susceptibles d'agir comme catalyseurs de l'oxydation des graphites à hautes températures.

Avec le graphite purifié à haute teneur il est possible de confectionner par addition de certaines matières (liants, agglomérants) des produits à la fois parfaitement réfractaires et de propriétés rigoureusement constantes. Jusqu'à il y a quelques années, on employait surtout, pour la fabrication des creusets, le graphite sous la forme de paillettes plus ou moins fines, d'une teneur en carbone de 80 à 88 % et contenant parfois assez d'impuretés; on recherche aujourd'hui, pour cette fabrication, des graphites chimiquement purs, employés sous forme de poudre extrêmement fine, ce qui permet une agglomération parfaite et a pour résultat de donner aux creusets une durée justifiant largement l'augmentation de prix qui en résulte.

Indépendamment de la confection des creusets, les propriétés réfractaires du graphite sont utilisées pour la fabrication des tampons de poches de coulée de fours, d'écrous de pyromètres, de boîtes de cuisson (fabrication des mines de crayon, des filaments de tungstène, etc.) de briques de fours, de ciments réfractaires, de cornues, etc.

Les propriétés colloïdales du graphite ont conduit à l'utiliser dans la fabrication de diverses peintures, et même de vernis, qui présentent, entre autres particularités, celle de résister à de très hautes températures; c'est ainsi que l'on prépare aujourd'hui des peintures à base de graphite colloïdal dans lesquelles le véhicule est constitué par des bitumes spéciaux et qui conviennent particulièrement bien à la protection des cheminées en tôle, des armatures de fer et d'une manière générale de toutes les surfaces métalliques soumises à de fortes chaleurs. Il est intéressant de signaler dans le même ordre d'idée que l'on fabrique des solutions colloïdales aqueuses de graphite qui servent à la protection des fumisteries industrielles et des parois réfractaires.

Le graphite possède d'ailleurs, par lui-même un pouvoir antirouille remarquable. Les dernières expériences effectuées aux Etats-Unis ont montré que le graphite naturel était un des meilleurs antirouille connu, et il présente l'avantage sur la plupart des pigments de résister à des températures très élevées; le pouvoir couvrant du graphite finement divisé atteint 12 mètres carrés au kilo.

Les simples peintures au graphite et à l'huile de lin avec, s'il y a lieu, addition d'un pigment blanc, pour obtenir une teinte grise, donnent d'excellents résultats et sont employées avec succès pour la peinture de coques de navires, des ponts métalliques, des ouvrages d'art, etc.

Pour la fabrication des peintures, il n'est pas nécessaire d'avoir du graphite rigoureusement pur, mais le pouvoir antirouille est d'autant plus élevé que l'on a affaire à du graphite plus pur. L'emploi de graphites artificiels, de noir d'acétylène ne conduit pas, loin de là, aux mêmes résultats; ces corps s'oxydent en effet beaucoup plus facilement, ne résistent pas à la température du rouge et ne permettent pas d'obtenir des émulsions parfaitement stables comme le sont celles à base de graphite.

Le graphite possède naturellement une onctuosité qui en fait un véritable lubrifiant de plus en plus utilisé pour le graissage des pièces mécaniques en mouvement; le développement de cette utilisation aux Etats-Unis, est aujourd'hui considérable. Dans cette application, il y a intérêt à utiliser du graphite très purifié de 99 à 99,5 % car les autres matières minérales diminuent fortement le pouvoir de lubrification et d'entraîner l'usure des pièces métalliques. Le graphite ajouté en certaines proportions aux huiles et aux graisses, leur apporte non seulement un supplément d'onctuosité mais encore une augmentation de résistance à la chaleur, chaleur qui se manifeste toujours là où il y a des frottements intenses.

L'état colloïdal du graphite lui permet d'être absorbé par les surfaces frottantes et de constituer sur celles-ci un film onctueux, à coefficient de frottement très réduit, surface graphoïde, qui améliore les surfaces frottantes. Le graphite permet d'offrir aux huiles de meilleures surfaces sur lesquelles elles jouent plus efficacement leur rôle. Les surfaces graphoïdes résistent bien à l'action des solvants, aux fortes pressions et aux températures les plus élevées; elles ne peuvent guère être soulevées qu'au moyen d'abrasifs; très durables elles peuvent assurer par elles-mêmes une lubrification complète pendant plusieurs heures au cas où l'alimentation en huile viendrait à être interrompue.

Le graphite colloïdal entre dans la composition de nombreux types de lubrifiants, dont certains ont pour but de réduire l'usure du matériel et la consommation d'huile dans les moteurs Diésel, les machines à vapeur, les compresseurs; ces lubrifiants spéciaux sont particulièrement recommandés toutes les fois qu'il s'agit de dispositifs mécaniques travaillant à des températures élevées ou sous de fortes pressions.

Le graphite sert de base à des préparations diverses; huiles pénétrantes, lubrifiants de hauts de cylindres, etc. et sa pureté exceptionnelle le rend éminemment propre à la lubrification des roulements à billes, à aiguilles, à rouleaux, etc. Le graphite est également utilisé dans le graissage à sec, seul ou en mélange avec le talc sous forme de poudre, dans les machines à dentelles, les machines servant à la fabrication du chocolat, etc., en mélange avec des métaux antifriction, pour constituer des coussinets spéciaux; en aggloméré pour constituer des coussinets autolubrifiants, etc.

Les emplois de graphite comme conducteur de courant sont très nombreux; les principaux sont les

suivants : électrodes au graphite pour fours électriques, et industries électro-chimiques, balais de dynamos, résistances de chauffage, piles électriques, accumulateurs fer-nickel et galvanoplastie. En ce qui concerne les fours électriques et électro-chimiques les objets en graphite sont utilisés simultanément en raison de leur conductibilité électrique et de leur résistance soit à la chaleur, soit aux agents chimiques; ces qualités sont, en effet, nécessaires pour des électrodes situées dans des bains de fusion ou de solutions aqueuses.

On utilise souvent le graphite dans l'industrie des électrodes pour augmenter la conductibilité, en ajoutant du graphite naturel en poudre à des matières telles que le charbon de cornue, le coke, etc. Mais on fabrique également des électrodes en graphite naturel seul en employant alors comme alliant le goudron ou le brai. Le mélange se fait à une température qui dépend de la viscosité du liant employé; il est mis dans une forme et comprimé à la presse hydraulique.

La résistance chimique des électrodes dépend de leur porosité et l'on cherche souvent à diminuer celle-ci en imprégnant l'électrode avec de la paraffine fondue; mais ce procédé n'est pas applicable dans beaucoup de cas; un progrès intéressant à signaler dans le même ordre d'idées, est celui qui consiste à traiter les électrodes en graphite par des gaz tels que l'acétylène susceptibles de donner, par polymérisation, des corps imprégnant les pores de ces électrodes. On a d'ailleurs imaginé diverses autres méthodes d'imprégnation spécialement adaptées au cas de l'électrolyse des solutions aqueuses.

En ce qui concerne les balais de dynamo, on a recours à des brosses en graphite seul, soit à des brosses constituées par un aggloméré de cuivre en poudre, et de graphite en poudre. Le graphite trouve un emploi important comme conducteur dans les piles sèches genre Leclanché, dont comme l'on sait, les éléments se composent de zinc au pôle négatif, et d'un crayon de charbon au pôle positif. Pour de bonnes piles sèches on ne doit pas employer de graphite au-dessous de 85 % de carbone et l'on demande souvent un degré de pureté de 95 % et davantage; il importe en effet que le graphite pour piles ne contienne pas de quantité appréciable de substances capables de réduire le bioxyde de manganèse telles que la pyrite et les sels de fer.

Pour cette application le graphite remplace avantageusement divers types de charbons employés à cet usage et l'on a obtenu des résultats forts intéressants en utilisant du graphite chimiquement pur réduit en poudre impalpable; il y a lieu cependant de signaler que certains fabricants, afin de réduire leur prix de revient ou de compenser l'augmentation résultant du nouveau graphite, remplacent une partie du graphite nécessaire par du noir d'acétylène ou des matières analogues, ce qui amène fatalement une diminution de la durée des piles.

Les propriétés colloïdales du graphite sont mises à profit dans divers procédés de désincrustation des chaudières; les sels insolubles ont, en effet, tendance à venir se déposer sur les particules de graphite qui se trouvent en suspension dans l'eau des chaudières et se précipitent ainsi sous forme de boues faciles à éliminer au lieu de provoquer des incrustations dont on connaît les multiples inconvénients.

Un autre emploi très étendu du graphite se trouve dans la fabrication des crayons; ceux-ci étaient autrefois fabriqués avec des alliages de plomb et d'étain (d'où le nom de mine de plomb) mais aujourd'hui on n'utilise plus guère que du graphite aggloméré avec de l'argile. Pour cette fabrication on doit d'ailleurs employer des graphites et des argiles extrêmement purs, et finement broyés; on a surtout recours à des graphites denses, et amorphes tels que ceux qui proviennent de Tchécoslovaquie et du Mexique.

En fonderie, le graphite sert à enduire les moules; il agit à la fois par son pouvoir désoxydant, pour empêcher l'oxydation, du métal au contact du moule, et par ses propriétés de tension superficielle pour empêcher l'adhérence du métal au moule.

Signalons enfin, comme autres applications du graphite ayant quelque importance, la fabrication de certaines pâtes à fourneaux, de cirages, etc.

F. M.

*
**

Tissus et vêtements imperméables.

La fabrication des tissus imperméables donne lieu, aujourd'hui, à une industrie fort active, l'emploi de ces tissus ayant pris un grand développement, non seulement pour la confection des vêtements imperméables, mais aussi pour celle d'articles d'hygiène et de lingerie, pour la fabrication des parapluies, pour la construction d'engins de navigation et pour de multiples autres applications telle que celle, très particulière, que constitue la préparation des toiles caoutchoutées pour l'aérostation.

L'imperméabilisation des tissus est, aujourd'hui, obtenue par des techniques très variées, celles-ci peuvent toutefois se ramener à deux méthodes principales; celle de l'imperméabilisation par caoutchoutage et celle de l'imprégnation au moyen de produits chimiques appropriés.

On imperméabilise aujourd'hui, pour des usages divers, la plupart des tissus courants : étoffes de laine et de coton, gabardines, tissus de lin, tissus de soie, naturelle et artificielle (notamment pour la fabrication des parapluies) toiles à bâches et toiles de tentes, toiles à voiles, toiles de chaussures, etc. Les tissus que l'on doit imperméabiliser doivent être de bonne qualité et d'une fabrication parfaitement régulière; avant de procéder à leur imperméabilisation, il est indispensable de les soumettre à un contrôle sérieux. Il faut, d'autre part que ces tissus soient bien décatis; les cotonnades doivent être gazées et les tissus de lin, décreusés.

Lorsque l'imperméabilisation a été obtenue, il est également indispensable de vérifier sa qualité, ce qui

peut être effectué au moyen de diverses méthodes. On a mis au point, dans ce but divers types d'appareils pour la mesure de l'imperméabilité; dans certains, le tissu imperméable se trouve soumis à une chute d'eau goutte à goutte, et l'on s'efforce de déterminer le moment où cette eau commence à traverser le tissu; dans d'autres on fait porter une colonne d'eau d'une certaine hauteur par le tissu à expérimenter, et l'on mesure la quantité de liquide qui passe dans un temps déterminé. Une méthode très simple et d'ailleurs très fréquemment employée, est celle qui consiste à placer de l'eau dans une poche du tissu, et à vérifier que, même en frottant ce tissu par en dessous, il ne laisse passer aucune trace de liquide.

Le caoutchouc constitue l'un des procédés d'imperméabilisation les plus répandus et les plus efficaces; il permet d'obtenir des tissus qui sont rigoureusement imperméables à l'eau, mais ces tissus sont en même temps imperméables à l'air ce qui dans certains cas, peut constituer un inconvénient, surtout lorsqu'il s'agit de vêtements imperméables.

On utilise industriellement diverses méthodes de caoutchoutage. L'une des plus employées à l'heure actuelle est celle qui consiste à imprégner le tissu au moyen d'une dissolution de caoutchouc dans la benzine; après évaporation de ce solvant il reste en surface une pellicule de caoutchouc fort adhérente.

Les autres méthodes consistent soit à coller sur le tissu une mince feuille de caoutchouc, soit à laminer une feuille de caoutchouc, entre deux tissus. Le procédé Mackintosh basé sur ce dernier principe, a été très employé; il suppose l'emploi du caoutchouc non vulcanisé, se durcissant au froid et se ramollissant à la chaleur.

Pour la fabrication des tissus caoutchoutés ordinaires, des tissus virés imperméables, et des tissus vernis, on a surtout recours à l'imprégnation par dissolution de caoutchouc dans la benzine, cette opération étant suivie d'une vulcanisation à chaud ou d'une vulcanisation à froid; la vulcanisation à chaud est très délicate car il faut prendre bien soin de ne pas brûler le tissu; par contre, elle permet d'obtenir des tissus plus résistants à l'usage et dont l'imperméabilité est plus complète; pour la réaliser, il faut incorporer du soufre à la dissolution de caoutchouc et passer ensuite le tissu imprégné à l'étuve, à une température variant de 120 à 130°.

On arrive aujourd'hui à fabriquer des tissus imperméables recouverts d'enduits caoutchoutés qui imitent parfaitement le cuir et qui sont très résistants, tout en étant très légers et très souples; ces tissus sont fort utilisés pour la confection des manteaux de pluie.

La tendance actuelle est d'enduire l'endroit de l'étoffe, alors qu'autrefois on enduisait plutôt l'envers. L'enduit sur l'endroit permet d'obtenir divers aspects décoratifs, tels que notamment des imitations de taffetas ou des dessins coloriés. Quand il s'agit de la confection de manteaux on peut d'ailleurs obtenir de la sorte des vêtements qui peuvent à volonté se porter sur l'endroit ou sur l'envers.

La fabrication des tissus caoutchoutés se fait aujourd'hui dans des usines importantes qui sont munies de tout un matériel spécial, aussi bien pour la visite et la préparation des tissus à imperméabiliser (examen des tissus, brossage, séchage, calandrage, etc.) que pour la préparation du caoutchouc (déchiquetage, crêpage, bouillissage, dissolution dans des bacs remplis de benzine, etc.) et pour l'enduction du tissu. Cette dernière opération qui est en somme l'opération essentielle est obtenue par passage de l'étoffe sur une machine, dite métier à gommer dont le rôle est de répartir la gomme d'une façon parfaitement uniforme sur le tissu qui se déplace le long d'une table chauffante.

Les opérations postérieures comprennent, s'il y a lieu, le vernissage, le cirage, l'impression, etc. Il arrive d'ailleurs, très souvent, qu'au lieu de procéder à un vernissage, on se contente de procéder à un simple féculage, suivi d'un brossage.

Dans le 2e mode d'imperméabilisation des tissus on utilise des produits qui imperméabilisent les fibres des tissus et empêchent l'eau de les mouiller sans obturer complètement les interstices de l'étoffe; celle-ci ne peut plus être traversée par l'eau mais peut encore l'être par l'air, ce qui lui donne d'intéresssantes qualités hygiéniques; d'ailleurs l'imprégnation étant profonde son efficacité est souvent plus durable que celle d'un simple enduit superficiel. Ce mode d'imperméabilisation est très utilisé pour les tissus d'habillement et notamment pour les gabardines, les trench-coats, et de nombreux vêtements de sport.

On emploie dans ce but, une multitude de produits; dans le cas des cotonnades et des tissus de lin on a souvent recours à des sels minéraux et notamment au formiate et à l'acétate d'alumine. Ce dernier corps se prépare facilement par addition d'acide acétique, puis de craie, dans une solution concentrée de sulfate d'alumine; pour la préparation du formiate, on remplace l'acide acétique par l'acide formique.

L'imprégnation peut être simplement obtenue par immersion prolongée dans des bacs contenant la préparation imperméabilisante, immersion suivie d'un séchage à température élevée; dans le cas des tissus légers on utilise plus souvent des machines spéciales d'imprégnation puis des séchoirs à cylindres.

On a aussi très souvent recours à des composés métalliques du fer, du chrome et du cuivre, composés qui sont d'ailleurs colorés et conduisent à de véritables laques résistant bien à la chaleur; on utilise également divers types de savons de métaux lourds, des savons spéciaux, le tanin, des colles, la gélatine, etc.

Un des procédés d'imperméabilisation les plus employés est celui qui consiste à imprégner au moyen d'une solution de paraffine ou de cérésine dans un solvant approprié qui est le plus souvent l'essence minérale. On obtient de la sorte des solutions qui pénètrent complètement les fibres textiles et lorsque le solvant s'évapore les fibres et les interstices se

trouvent garnis d'une matière absolument imperméable à l'eau.

On obtient des résultats particulièrement satisfaisants par l'emploi de la cérésine ou cire minérale qui est extraite de l'ozokérite de Galicie; en raison de son point de fusion élevé cette matière résiste bien à la chaleur et permet d'obtenir des tissus qui peuvent être lavés à l'eau très chaude, ce qui n'est pas le cas avec la paraffine qui fond vers les températures de 40 à 50°.

L'on a d'ailleurs pas toujours recours à un solvant pour paraffiner ou cérésiner les tissus; dans certains cas, on applique ces matières à chaud de manière à ce que fondues, elles s'incorporent à l'étoffe; cette méthode offre en général plus de difficultés que la précédente pour obtenir une répartition bien uniforme du produit, sans risque de manque.

On utilise très fréquemment pour l'imperméabilisation des tissus des préparations complexes qui comportent de nombreuses substances à côté de la cérésine ou de la paraffine; c'est ainsi que l'on ajoute souvent à ces corps de la vaseline, de l'huile de ricin, et même du caoutchouc. Souvent aussi on a recours à des mélanges contenant d'assez fortes proportions d'oléate de plomb, corps qui rentre dans la catégorie des savons de métaux lourds, dont nous avons parlé tout à l'heure.

Suivant les méthodes adoptées pour l'imperméabilisation, la teinture peut avoir lieu après ou avant cette opération; quand on procède à l'imperméabilisation de tissu de coton déjà teint, il y a lieu de prendre certaines précautions et l'on doit en général dans ce cas avoir recours à un traitement spécial à l'acétate ou au formiate d'alumine.

Il résulte de ce qui précède que, dans le cas de l'imperméabilisation par imprégnation, il n'existe guère de méthode générale; mais il faut dans chaque cas particulier adopter une technique qui dépend à la fois de la nature et des caractéristiques du tissu traité, de sa destination, de la couleur définitive qu'il doit avoir, des procédés de teinture choisis, etc.

Si les tissus imperméables sont d'un emploi courant dans l'habillement, ils ont, comme nous l'avons vu, bien d'autres applications; c'est ainsi que pour la confection de certains articles d'hygiène on fabrique aujourd'hui des tissus spéciaux doués de qualités fort intéressantes; parmi ceux-ci on doit citer les tissus dits liégés, préparés à partir de nansouk de très bonne qualité que l'on imprègne d'une poudre de liège extrêmement fine; ce tissu, qui est ensuite calandré à froid sans pression, est à la fois très léger et très souple et convient particulièrement bien pour la confection de draps d'hôpitaux, de langes et d'articles nécessitant le lavage.

On doit signaler dans un autre ordre d'idées la récente création de tissus imperméables spécialement destinés à la décoration des salles de bains, cabinets de toilette, etc. Ils servent, notamment, à la confection de rideaux d'appareils à douche, de rideaux de baignoires, etc. et permettent d'obtenir une note gaie et des couleurs harmonieuses qui enjolivent des locaux dont l'aspect est souvent un peu froid; c'est ainsi que l'on fabrique aujourd'hui dans ce but des tissus présentant les mêmes dessins que les papiers peints et les cretonnes ordinaires : ce sont des cretonnes spéciales caoutchoutées, de luxueuses soies moirées ou d'autres nouveautés, qui absolument insensibles à l'eau gardent indéfiniment leurs dessins et leur fraîcheur de coloris.

Nous ne terminerons pas cette rapide étude sans dire quelques mots des vêtements imperméables, dont la confection constitue l'une des principales applications, sinon la principale, des tissus imperméables; on utilise dans ce domaine soit des tissus caoutchoutés, soit des tissus imprégnés et il serait superflu d'énumérer ici tous les types de manteaux imperméables, familiers à tous, et qui comprennent toute la gamme des gabardines, des trench-coats, des cover-coats, des cirés et des manteaux de pluie de tous genres. A côté des vêtements de pluie, et de sport, l'industrie qui nous occupe produit également des vêtements imperméables spéciaux pour certaines applications industrielles ou certains sports, et notamment des suroits pour marins, des équipements spéciaux pour les mineurs, et pour certains travaux de génie civil, des vêtements cirés et des vêtements huilés pour l'armée, la navigation, l'agriculture, la pêche, le camping, etc.

L. P.

§ 2. — Géographie.

Le reboisement dans nos colonies tropicales.

Au cours d'une récente mission agronomique qu'il accomplit en Afrique équatoriale française, M. Auguste Chevalier, l'éminent professeur du Muséum, a constaté la nécessité de procéder au reboisement de la colonie, tout en affirmant les possibilités réelles d'une telle œuvre. A l'appui de ses dires il a cité le développement presque prodigieux en sa rapidité d'arbres qu'il avait lui-même fait planter et semer à Dalaba, à 1.200 mètres d'altitude.

Quel étonnement heureux fut le sien en retrouvant un eucalyptus planté en 1903 et dont le tronc accusait lors de son passage, 3 m. 15 de tour; des pins formant bosquet dont certains n'avaient pas moins de 3 mètres tandis que des camphriers et des poiriers de Chine atteignaient respectivement 10 et 8 mètres de hauteur!

Mais si la végétation en A. E. F. comme dans toutes nos colonies tropicales est exubérante, l'arbre à des ennemis redoutables contre lesquels, dès à présent, il importe que nous prenions des mesures efficaces de défense. En effet, les fonctionnaires chargés là-bas d'études successives et de surveillance permanente s'accordent pour constater que, dans l'ensemble, sous l'influence des vents alizés, les territoires tropicaux ont tendance à se dessé-

cher, lentement certes, mais avec continuité. Ces souffles secs ne se contentent pas de charrier des sables, ils provoquent la diminution des pluies. Les massifs boisés s'anémient, les sources disparaissent et, déréglés dans leur cours par suite des infiltrations plus difficiles et des précipitations d'eau que les feuillages épais ne recueillent plus, rivières et fleuves se changent en torrents dévastateurs.

Evidemment la volonté et la science humaines sont impuissantes à enrayer complètement ce phénomène naturel dont on constate les pernicieux effets en A. O. F. et en A. E. F., du Sénégal et de la Mauritanie au Soudan Egyptien, mais il est possible de ralentir son évolution dans une certaine mesure avec des reboisements continus partout où la densité forestière apparaît menacée et insuffisante.

Mais ce n'est là qu'un aspect de la question; l'action de l'homme s'avère au moins aussi meurtrière que celle des vents alizés; les coupes de bois, non pas destinées à la seule exportation, mais au chauffage et à l'industrie, se sont multipliées inconsidérément, comme si le fonds était inépuisable. De plus, il y a les feux de brousse périodiques destinés à favoriser les cultures vivrières, l'abatage par les pasteurs, un défrichement que rien ne légitime, et ces pratiques, qui peu à peu ont fait disparaître les boisements sur d'immenses surfaces créent une menace permanente pour ce qui subsiste des forêts dont il faut, dès maintenant, assurer efficacement la protection.

Dans une communication, M. Meniaud dont le nom en la matière fait autorité, signale qu'en certaines régions du Sénégal, du Soudan, du Niger, où l'indigène s'accroche à la terre qui l'a vu naître, il faut creuser des puits de 80 à 100 mètres de profondeur pour obtenir l'eau nécessaire aux besoins des populations et du bétail. La terre meurt, là-bas aussi parce que le paysan l'abandonne non pas attiré, comme dans la Métropole par les cités tentaculaires, mais parce que faute d'eau, une contrée féconde se change en désert aride que l'indigène, pour se nourrir lui-même, pour sauver son cheptel est contraint de fuir pour gagner les contrées moins déshéritées.

La bataille donc s'impose contre les éléments et les hommes si l'on veut conserver à nos colonies toutes leurs possibilités de production. Les remèdes existent, d'ordres divers, mais parfaitement applicables. En effet, si l'on ne peut arrêter l'action néfaste des alizés, il est possible, par une réglementation appropriée et sévère, de limiter, à l'aide de contre-feux pratiqués en temps opportun les incendies périodiques, de réglementer les coupes de bois, de limiter les pacages et d'empêcher les défrichements inutiles. Il sera facile alors de procéder à la constitution de réserves forestières de reboisement.

Celles-ci seront constituées par des plantations de massifs épais destinés à régulariser le débit sur le sol des eaux pluviales, par des alignements d'arbres qui, formant rideau, offriront aux champs de cultures, une protection permanente et salutaire.

Comme on le voit, le programme n'est pas sans ampleur. Mais les difficultés d'application qu'il présente ne sont pas insurmontables. Il suffit de vouloir et l'enjeu est assez considérable pour retenir l'attention vigilante des pouvoirs publics. Un personnel technique qualifié, des crédits suffisants, un appel vibrant à toutes les bonnes volontés, aux hommes d'expérience comme aux indigènes directement intéressés : telles sont les mesures à prendre.

L'expérience de M. Meniaud estime qu'avant tout il faut songer à la création, dans toutes nos colonies de services forestiers dont seules jusqu'ici sont pourvues les colonies exportatrices de bois, et de services très fortement organisés. Mais il importe de ne pas procéder par petits paquets, selon une coutume trop longtemps pratiquée par l'administration métropolitaine.

Il ne s'agit point, en effet, de créer un ou des postes de forestiers avec des moyens d'action restreints. L'effort, au contraire, doit être massif et durer aussi longtemps que ne sera pas atteint le but envisagé. Si les ressources normales des colonies, ce qui n'est pas prouvé, sont insuffisantes, c'est à l'emprunt, en raison de l'urgence, qu'il faut demander des possibilités de réalisation. La protection des forêts coloniales, leur défense contre les dessèchements, d'une part, et les déprédations dont elles sont victimes par le feu ou les exploitations inconsidérées s'imposent. A leur sort est lié celui des indigènes menacés de dégénérescence et de famine.

L. P.

*
**

Un des grands produits de l'A.O.F.: le sisal.

Trop longtemps méconnu, dédaigné, contesté, le sisal a enfin pris une place enviable parmi les grands produits de l'Afrique Occidentale Française, en raison des services qu'il rend déjà et surtout de ceux que sa fibre peut rendre utilisée industriellement; l'agave, c'est son nom vulgaire, est du reste une plante curieuse par l'évolution de sa formation, et son aspect décoratif. Il rappelle l'aloès par sa forme, mais son développement est beaucoup plus considérable. Sortant du sol sur un pied trapu, il s'éploie en un faisceau de feuilles souvent épineuses, de couleur vert foncé, rigides et lourdes, aiguës à leur extrémité comme une lame d'épée. Celles-ci qui peuvent atteindre 1 m. 50 de longueur sur 12 à 15 centimètres de large sont disposées en couronne autour du tronc. Deux variétés se disputent inégalement du reste, les faveurs des planteurs : l'agave Fourcroyde qui reste localisée dans les jardins d'essais et l'agave Lisalana, dont l'adaptation est souhaitable dans la colonie partout où sa culture est rémunératrice.

L'existence de cette dernière variété est de cinq à dix ans, et on peut dire d'elle que, en mourant, elle assure sa survivance, puisque c'est en agonisant qu'elle crée les rejetons qui doivent lui survivre

et la perpétuer. Ce phénomène de reproduction mérite d'être signalé; quand tombent les feuilles desséchées et que la plante va périr, on voit soudain surgir de son cœur une tige ayant 20 centimètres de diamètre à sa base et s'élevant jusqu'à 8 mètres de hauteur; des fleurs, pareilles à des clochettes, naissent en grappes sur les branches fines issues de cette houppe, se transforment en embryons de jeunes plants qui prennent racine au contact avec le sol. Le sisal se reproduit ainsi naturellement.

On crut longtemps que l'agave pouvait se contenter de terrains pauvres. Cette erreur a été reconnue et on le confie aujourd'hui à des sols sablonneux et riches aussi bien qu'aux régions alluvionnaires. C'est pourquoi l'A.O.F. lui offre presque partout un habitat de choix; on le rencontre parfaitement acclimaté, au Soudan français, près de Kayes, dans les vallées du Niger et du Milo, sans que, cependant sa culture ne puisse être pratiquée au Sénégal, en Haute Volta, dans le Nord de la Côte d'Ivoire, de même qu'en Casamance.

On sait que le sisal est intéressant par ses fibres, contenues dans la feuille, et qu'on sépare industriellement de la pulpe. Dès que la récolte est faite par les indigènes, à l'aide de couteaux spéciaux il importe d'opérer le défibrage dans les vingt-quatre heures, si l'on ne veut pas que dans la feuille oxydée, la fibre ne se couvre de taches qui nuisent à sa qualité; cette rapidité d'exécution nécessite donc, d'une part, l'emploi de transports rapides, et, d'autre part, l'installation auprès du centre de production, d'usines appropriées. Lavées, brassées, séchées, les fibres sont mises en balles à l'aide de presses puissantes, de telle sorte que le prix du fret qui se paie non au poids, mais au volume, soit aussi abaissé que possible.

Voyons maintenant quelles sont les principales applications de la fibre de sisal; les moissonneuses-lieuses se multiplient pour activer les moissons et comme elles ont besoin pour la ligature des gerbes de quantités considérables de ficelles, c'est aux fibres de sisal qu'on demande la matière première nécessaire à leur fabrication. Rigides, elles se coupent avec aisance, et évitent les enrayages toujours à craindre avec le cordeau constitué en fibres de chanvre ou de lin plus souples, en raison de leur finesse plus grande. En raison de sa résistance à la traction, de sa meilleure résistance au contact de l'eau de mer, la marine nationale française, à Toulon, et l'Institut impérial de Londres, reconnaissant ces qualités donnent aux cordages fabriqués avec la fibre du sisal leur préférence et tendent de plus en plus à substituer celle-ci à l'abaka des Philippines, et au chanvre français ou étranger.

L'ingéniosité des industriels a trouvé d'autres emplois encore, qu'il s'agisse de la fabrication de la toile d'emballage, des sacs, du papier ou de la matelassure; et l'on s'est avisé que des résidus de défibrage, qui représentent 95 % environ du poids des feuilles traitées, peut être tiré de l'alcool. Des essais faits par M. Fouque, un ardent propagateur du sisal, il résulte que dans une sisaleraie produisant 120.000 feuilles par jour (soit 1.000 hectares en production) on pourrait obtenir 45 hectolitres d'alcool (compté à 100 degrés) et 55 hectolitres journellement en y ajoutant la pulpe fournie par la hampe et les troncs des plants arrivés à maturité. De plus l'usine de défibrage pourra être fournie en partie, en combustible si l'on prend la peine de faire sécher la pulpe en plein air après l'avoir pressurée.

Ajoutons que l'Office national des carburants poursuit, en ce moment même, des recherches ayant pour but de déterminer s'il serait intéressant de rattacher la création d'un carburant à la production de l'alcool d'agave.

Le rendement du sisal en fibres peut être évalué annuellement à 1.375 kilos à l'hectare; la façon dont la plante se renouvelle permet d'obtenir ce rendement sur le même terrain pendant de longues années. Mais si dans les intervalles des rangées on a soin d'entretenir des cultures telles que le coton ou l'arachide, une nouvelle source de rendement est ouverte; en 1930 l'ensemble des superficies exploitées ou plantées en sisal dans notre Afrique occidentale française, atteignait 6.555 hectares, répartis au Soudan français (3.175) en Côte d'Ivoire (1.605) au Sénégal (1012) en Haute Volta (763). C'est quelque chose déjà, mais ce n'est pas suffisant, puisque la métropole est encore à l'heure actuelle, pour ce produit, largement tributaire de l'étranger.

L. P.

LA MENACE DE L'INSECTE

Au cours de la saison dernière, on a pu lire dans la *Revue Scientifique*[1] un article enflammé où M. Emile Roubaud, Professeur d'entomologie médicale à l'Institut Pasteur, déplore justement la pénurie de moyens auxquels les Français ont recours pour limiter dans nos colonies l'action des Insectes qui ruinent les cultures, déciment les troupeaux d'élevage et agrandissent dans une effrayante mesure le champ de la mortalité humaine. Le point de départ de cet entraînant plaidoyer est l'analyse d'un rapport publié par le Dr Neave, de l'Imperial Institut of Entomology, sur les efforts des Anglais dans la lutte contre les Insectes et la comparaison de ces efforts avec ceux des Etats-Unis; ils semblent à l'auteur loin de ce qu'ils devraient internationalement être, eu égard à la diffusion des fléaux dans l'immensité de l'Empire britannique. Je pense que le Dr Neave est au-dessous de la réalité en attribuant aux Etats-Unis, dans cette lutte, une armée de 500 entomologistes et une dépense annuelle de 500 millions; mais il est aux sources mêmes, et on doit le croire sur parole, quand il affirme que l'Empire dépense à grand'peine le quart et compte au plus 300 entomologistes.

Et alors je me joins à M. Roubaud et pousse avec lui le cri d'alarme : « Si le Royaume-Uni et ses Dominions peuvent être ainsi taxés d'infériorité dans la redoutable tâche qui consiste à préserver le patrimoine humain tout entier contre l'âpreté destructrice des Insectes, quelle sera donc la position de la France et de son Empire d'outre-mer? Il faut bien avoir le courage de le dire. La France, avec ses cent millions d'habitants, selon la vigoureuse formule de Mangin, avec ses domaines immenses dispersés sur toutes les mers... ne peut opposer à l'imposante armée des entomologistes anglo-américains que les efforts timides de quelques spécialistes. » Non seulement notre pays néglige de la sorte ses avantages les plus clairs, « il ne peut être considéré comme assurant sa part légitime dans la lutte incessante qu'impose aux grandes collectivités humaines le monde antagoniste des Insectes. »

M. Roubaud n'a que trop raison; esprit original et biologiste des plus fins, il a longuement étudié sur place les Insectes qui mettent en souffrance nos colonies de l'Afrique tropicale, et les bénéfices issus de ses observations lui donnent le droit de prendre la parole avec autorité. Il faut l'entendre et même aller plus loin que lui; sans doute, c'est surtout dans notre domaine colonial qu'on a négligé la lutte contre les Insectes, mais il faut reconnaître que dans notre pays même, en dépit de progrès réels, les moyens mis à la disposition de la Science dans cette lutte sont encore bien insuffisants.

Pourquoi cette apathie? L'histoire actuelle du *Doryphora* devrait pourtant ouvrir les yeux à nos compatriotes. Introduit d'Amérique au moment de la grande guerre, ce terrible chrysomélide aurait dû être détruit sur place aux étroits cantons de la région bordelaise où il avait été accidentellement importé; mais par la faiblesse des autorités locales il a pu croître, envahir et s'étendre peu à peu sur un tiers de la France, amenuisant les récoltes de pommes de terre et, pour cause de suspicion, menaçant nos ventes de tubercules à l'étranger.

Je crois qu'il faut attribuer cette apathie des citoyens et la mollesse des pouvoirs publics à une ignorance vraiment trop grande des dangers que l'Insecte nous fait courir. On ne s'est pas suffisamment appliqué jusqu'ici à détruire cette ignorance. M. Roubaud s'y est essayé dans l'article auquel je fais allusion, mais la plupart des efforts tentés dans cette voie ne pouvaient guère aboutir parce qu'ils étaient disséminés, souvent réduits à du verbiage et le plus souvent, réalisés par des esprits dont la compétence n'égalait pas le bon vouloir.

*
**

Voici enfin un ouvrage qui comblera heureusement cette lacune. Il a pour titre celui-là même que j'ai inscrit en tête de cet article[1] et servira de thème presque exclusif aux considérations que je vais soumettre. Son auteur est M. L. O. Howard, Directeur honoraire du Service entomologique au Département de l'Agriculture des Etats-Unis. M. Howard a consacré près d'un demi-siècle à cette tâche et il reste avec le glorieux mérite d'avoir développé dans son pays une institution puissante qui est admirée et sert de modèle dans le monde entier. Entomologiste de naissance, organisateur et animateur de premier ordre, doué d'une érudition profonde qu'il éclaire et assouplit par une pointe agréable d'humour, M. Howard était bien fait pour intéresser et convaincre en donnant simplement libre cours à ses souvenirs. « La lutte, écrit-il, qu'elle soulève l'attention d'un grand nom-

1. Emile Roubaud : La science entomologique aux colonies, son insuffisance et ses besoins (*Revue scientifique*, 69e année, n° 16, 22 août 1931).

1. L. O. Howard : *The Insect Menace*. Volume illustré de 347 pages. The Century Co., New-York, London.

écrit-il, qu'elle soulève l'attentnion d'un grand nombre de personnes. C'est pourquoi j'ai tenté de réunir dans un petit volume ce que chacun devrait en connaître. Ce n'est pas une étude sur les merveilles de la vie des Insectes, ce n'est réellement pas un livre scientifique, pas davantage un manuel pour les étudiants en agriculture, ni pour les fermiers ou les producteurs de fruits. Il est écrit à l'intention de la masse des gens qui réfléchissent. Son but est d'éveiller ce public à l'appréciation d'un danger très réel qui menace l'humanité. »

En quoi consiste cette menace? Elle se manifeste sous des formes multiples mais surtout, dans l'esprit de M. Howard, par la destruction des produits qui, directement ou indirectement, servent à la subsistance et au bien-être de l'homme. Les dommages causés de la sorte par les Insectes dépassent toute idée : rien que pour les Etats-Unis, ils se chiffrent annuellement par 2.000 millions de dollars; ce qui a fait dire au Dr Marlatt, successeur de M. Howard, que « sur chaque jour de travail à la ferme, dans le jardin ou au verger, deux heures vont à nourrir ces convives non invités » que sont les Insectes malfaisants. Le Dr Reh, de Hambourg, estime à 500 millions de dollars les pertes annuelles causées en Allemagne par les Insectes dans les cultures et dans la forêt, à 3 millions celles causées en Italie par la Mouche de l'Olive (*Dacus oleæ*), à 27 millions les ravages produits en France par la Cochylis (*Clysia ambiguella*); quant aux dégâts causés dans notre pays par le Hanneton, ils varient entre 50 et 200 millions, suivant l'abondance très variable, mais toujours trop grande, du dangereux Coléoptère. Notez qu'il s'agit de dollars et multipliez par 25 si vous voulez avoir des francs.

Au surplus, il ne s'agit ici que des destructions très apparentes et aisément mesurables, mais combien en est-il qui nous échappent ou qu'il est difficile d'apprécier! Certaines années, avant la fenaison, les petits Criquets ou les minuscules Hémiptères du groupe des Psylles pullulent à tel point qu'on les voit sauter par myriades quand on se promène dans la prairie. C'est un fait que chacun a pu observer. Dérangés par le promeneur au cours de leur repas, ces insatiables phytophages détruisaient en catimini les parties tendres et délicates du dessous des herbages; sitôt passé leur émoi, ils retournent bien vite au festin dont nous payons l'écot. M. Howard rapporte à ce sujet une expérience instructive effectuée aux Etats-Unis par H. Osborn; une prairie était attaquée de la sorte par les Psylles; le célèbre professeur y délimita deux parcelles égales et de fertilité semblable, dans l'une il détruisit la masse des Psylles au moyen d'un appareil qu'il avait construit, dans l'autre il laissa les ravageurs en paix. Conséquence : deux vaches purent subsister très bien dans la première parcelle alors que la seconde put à grand'peine en nourrir une seule. Et pourtant, au premier coup d'œil, rien ne semblait distinguer les deux parcelles.

Ainsi apparaissent, dans le domaine de la subsistance, les menaces de l'Insecte contre l'humanité; elles sont graves de nos jours et provoquent dans bien des pays de cruelles famines; la population du globe augmentant plus ou moins vite, mais d'une manière continue, on peut, dit M. Howard, entrevoir l'heure où cette menace tournera au péril si l'homme ne sait point la détourner.

***

Comment expliquer cette puissance menaçante chez des êtres qui nous paraissent infimes et que nous tenons aveuglément pour négligeables à cause de leur petitesse?

C'est justement à leur petite taille que les Insectes doivent la source principale de leur puissance et de leurs avantages. Mais cette petite taille résulte de leur organisation, laquelle est essentiellement caractérisée par le revêtement chitineux solide qui revêt partout l'animal, articulé en anneaux sur le corps, en segments successifs sur les membres, — squelette externe éminemment protecteur, autrement plastique et métamorphosable que le squelette interne, profondément situé, des animaux à vertèbres.

Petits, grâce à leur structure, les Insectes ont une croissance rapide, presque toujours très rapide, qui les met en contraste avec le Vertébré, et leur donne très vite sur celui-ci avantage : « Supposons, dit Sharp, la durée de la croissance d'un individu proportionnelle à sa taille définitive et soit A un animal qui pèse une once, B un autre qui en pèse dix, chacun ayant, à pleine maturité, le pouvoir de produire cent jeunes; un simple calcul montre qu'à la fin du temps nécessaire au plus grand animal pour produire une génération, la production du plus petit dépassera énormément celle de son volumineux rival. C'est probablement une considération de cette sorte qui conduisit Linné à émettre ce jugement un peu paradoxal que trois mouches dévorent aussi rapidement qu'un lion la carcasse d'un cheval. »

Conséquence immédiate de la petite taille, ce pouvoir de multiplication des Insectes dépasse en effet toute idée qu'on pourrait au premier moment en avoir. Nous restons fermés, ou tout au moins sceptiques, lorsque M. Howard nous signale l'ob-

servation suivante qu'il a établie dans un livre consacré à la Mouche commune : sous la latitude de Washington, « une seule femelle hivernante peut avoir fin septembre 5.598.720.000.000 de descendants, et le tout à peu près dans l'espace de quatre à cinq mois. » Près de 6.000 milliards! il y a de quoi éveiller votre scepticisme. Et pourtant, ce chiffre paraît encore trop faible à M. Roubaud, qui lui aussi a étudié scientifiquement la Mouche et qui attribue à chaque femelle de nombreuses pontes donnant ensemble un total moyen d'au moins 600 œufs. Faites le calcul pour neuf générations en tenant compte seulement d'une première ponte de 100 œufs : rien n'est plus facile, mais aussi rien ne saurait mieux vous surprendre et vous instruire [1].

Et que dire des Aphidiens qui, en dehors de leur génération sexuée ovipare, donnent une longue suite de générations parthénogénétiques vivipares! Pour le Puceron du Chou, le Professeur Herrick est conduit à des chiffres qui rivalisent avec ceux dont font usage les astronomes; avec M. Howard, il faut user d'images pour les faire quelque peu saisir : « La descendance d'un seul individu en une seule saison pèserait beaucoup plus que cinq fois la population entière du globe! » Rassurons-nous; ces pullulants sont des faméliques; ils ne peuvent se multiplier à leur guise faute de nourriture et, par bonheur pour nous, ils sont au surplus très vulnérables. Malgré leur vulnérabilité et les nombreux ennemis qui les déciment, ils comptent toutefois parmi nos dangereux adversaires.

Même quand leur multiplication est beaucoup moins rapide, les Insectes savent profiter des circonstances favorables pour pulluler, ainsi le Hanneton qui met trois ans pour parcourir son cycle vital. Les Criquets migrateurs, vulgairement appelés Sauterelles, nous offrent un exemple frappant de ces multiplications extraordinaires. Bien que réduits à une seule génération chaque année, ils peuvent terriblement sévir, tant sont dévorantes les immenses légions qu'ils constituent à certaines époques. Alors, ils deviennent pour les cultures un désastreux fléau, comme on l'observe trop souvent dans notre domaine africain. Ils sévissaient pareillement aux époques lointaines; on sait par la Bible qu'ils étaient une plaie en Egypte et par la Bible également, aux prophéties de Joël, combien sont irrésistibles leurs armées envahissantes :

« Ils escaladent les murs comme des gens de
Chacun va son chemin, [guerre;
Sans s'écarter de sa route...
Ils se précipitent au travers des traits
Sans arrêter leur marche.
Ils se répandent dans la ville,
Courent sur les murailles,
Montent sur les maisons,
Entrent par les fenêtres comme un voleur;
Devant eux la terre frémit,
Les cieux sont ébranlés,
Le soleil et la lune s'obscurcissent... »

Toute végétation disparaît sur leur passage, et le peu qui en reste servira de nourriture à d'autres Insectes dévastateurs.

***

Grâce à leur petite taille et à la faculté de mimétisme que beaucoup possèdent, les Insectes peuvent se dissimuler aisément et échapper à leurs ennemis; grâce à leur activité musculaire qui est fort grande, à leurs tubes trachéens qui portent dans tous les replis du corps le fluide respirable; grâce à la réduction de leur appareil circulatoire qui permet au sang de baigner et de nourrir directement tous les organes; grâce enfin à leur cuirasse de chitine, ils sont mieux armés pour la résistance que les autres animaux et, en fait, ont traversé toutes les périodes géologiques, non seulement sans souffrir, mais avec une prospérité croissante. Combien l'homme paraît jeune, même si on le fait remonter à 4.000 siècles, à côté de cette classe robuste et vivace dont l'âge se chiffre par des millions d'années!

M. Howard montre que cette longévité extraordinaire, jointe à une succession rapide des générations, devait avoir pour résultat d'assurer aux Insectes une puissante persistance des traits caractéristiques et en même temps, par voie héréditaire, une fixation des traits nouveaux. Le terrible « boll-weevil », ou Charançon du Cotonnier, apparut il y a environ trente-six ans aux Etats-Unis; or, observe M. Howard, « cette période embrasse seulement deux générations humaines, tandis qu'elle en compte deux cent seize chez le weevil » qui en a tiré profit « pour devenir une espèce grandement modifiée au point de vue physiologique. » Par les générations successives, l'hérédité fixe les caractères stables et amplifie les variations qu'elle fixe à leur tour; mais une période aussi courte et quelques centaines de génération semblent bien insignifiantes, héréditairement, au regard des durées infinies et des générations innombrables qui se sont écoulées depuis les temps paléozoïques

1. Roubaud a fait ce calcul pour neuf générations comprises entre le 1er mai et le 21 septembre ; il arrive à 4.000 trillions d'individus (Recherches sur la fécondité et la longévité de la Mouche domestique. *Ann. Institut Pasteur*, XXXVI, 1922).

où les premiers Insectes firent leur apparition sur le globe.

Et quel champ illimité de variation ne s'ouvrent point les Insectes, avec leurs goûts se prêtant à toutes sortes de nourriture, avec leur épiderme solide qui conserve les formes nouvelles, surtout avec leurs appendices articulés qui sont nombreux et divers : antennes, mandibules, maxilles, mâchoires sur la tête, pattes sur le thorax, cerques et pinces génitales à l'extrémité postérieure du corps! Comme l'a noté Bergson, si les Insectes n'ont point, comme nous, « le pouvoir de faire des outils et des outils à faire des outils », ils ont transformé leurs divers appendices en des sortes d'outils naturels qui diffèrent les uns des autres par leur structure et par leurs fonctions; leur spécialisation peut même être portée si loin qu'à chaque partie de l'appendice est dévolu un rôle spécial, comme on le voit admirablement chez les Abeilles. Ainsi s'explique la variété et le nombre des espèces de la faune entomologique, presque inimaginables pour les esprits étrangers à ces sortes d'études. En 1878, quand M. Howard fit ses débuts à Washington, le nombre des espèces d'Insectes décrites s'élevait à 338.000; depuis lors se sont multipliées les explorations de ter-

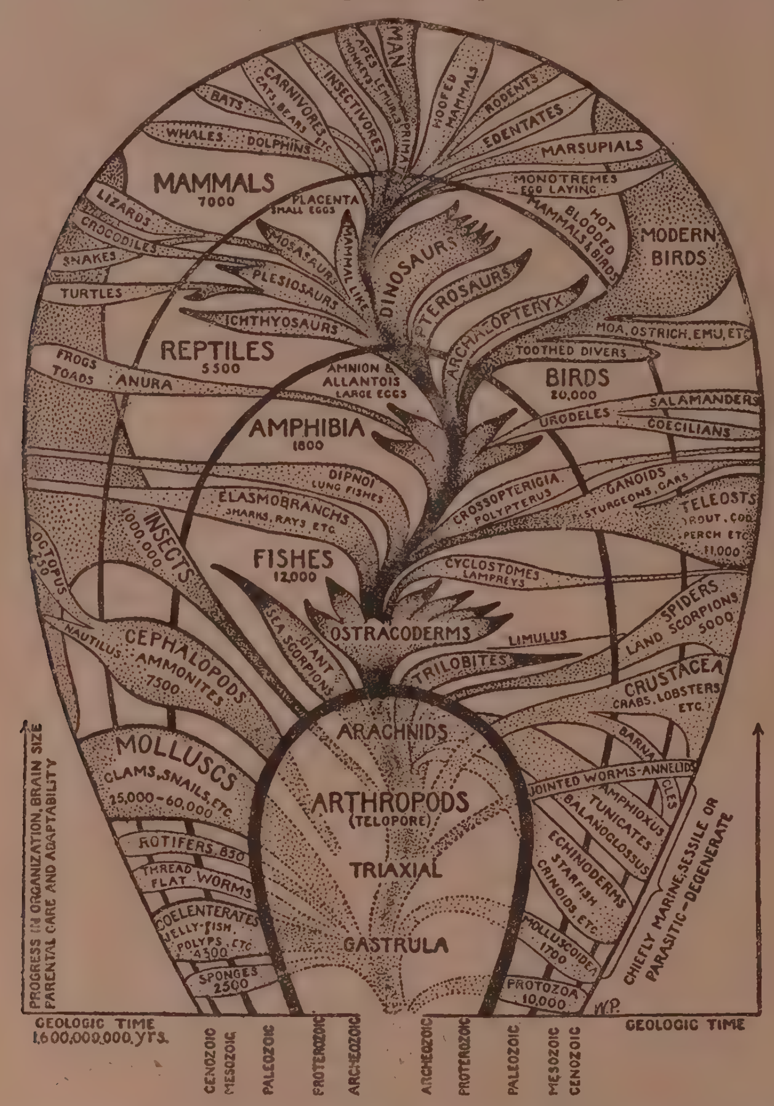


Fig. 1. — Diagramme de W. Patten indiquant les rapports, le développement ou l'extinction des différents groupes d'animaux définis depuis l'origine des temps géologiques (laquelle remonterait très approximativement à 1.600 millions d'années) aux temps archéens, durant les ères successives primaires (paléozoïques), secondaires (mésozoïques), tertiaires et quaternaires (cénozoïques), jusqu'aux temps actuels.

ritoires nouveaux qui ont fait connaître par milliers, tous les ans, des espèces nouvelles; de sorte que l'on doit sans doute, aujourd'hui, dépasser le million. « Je ne serais pas surpris le moins du monde, écrit M. Howard, s'il était montré qu'il existe près de 4.000.000 d'espèces. » Et je n'en serais pas étonné plus que lui.

En tout cas, la classe des Insectes, très réduite à son origine, s'est avec le temps développée de plus en plus, et aujourd'hui, hypertrophiée pour ainsi dire, dépasse extraordinairement toutes les autres, même celles des Oiseaux, des Poissons téléostéens, des Arachnides, des Crustacés qui sont comme la classe des Insectes, en accroissement. Le diagramme ci-joint, emprunté par M. Howard au Professeur William Patten [1], est un arbre généalogique excellent où sont bien mis en évidence les rapports, le développement et l'extension des différents groupes d'animaux qui se sont succédé sur le globe depuis l'origine; l'homme (*man*), bien qu'en voie de développement, n'y tient qu'une place fort minime, à côté des envahissants Insectes.

***

Par bonheur, toutes ces espèces ne sont pas offensives, même beaucoup d'entre-elles dévorent ou parasitent les autres, jouant vis-à-vis de ces dernières le rôle de freins que nous cherchons à utiliser. A l'état de nature, ces freins semblent suffire pour mettre en échec les espèces menaçantes et les empêcher de sévir à l'état de fléaux. Ainsi en est-il en Australie avec la Cochenille de l'Oranger, *Icerya purchasi*, qui a pour adversaire une insatiable Coccinelle entomophage, le *Novius cardinalis*, lequel est bien réellement, pour l'homme, une bête du Bon Dieu. Mais les échanges commerciaux ayant introduit l'*Icerya* dans les cultures californiennes, la Cochenille, sans frein, dévasta les agrumes de la région, jusqu'au jour où Riley, prédécesseur de M. Howard, eut la pensée géniale de faire rechercher et d'introduire en Californie l'insecte auxiliaire qui tient en échec la Cochenille dans son pays australien.

C'est une merveilleuse méthode qu'on a étendue partout, et qui produit avec l'*Icerya* des effets vraiment miraculeux, comme j'ai pu l'observer dans le Midi de la France où des *Novius*, donnés par M. Howard, furent introduits et acclimatés par mon savant ami M. Marchal. Mais l'invention de cette méthode montre jusqu'à quel point l'homme modifie les voies naturelles, à son désavantage. L'Insecte nous menace, sans doute, mais l'activité et l'industrie humaines le rendent à coup sûr de plus en plus menaçant. L'homme le transporte partout avec ses navires, ses automobiles, même par ses avions, et les quarantaines qu'il établit pour éviter l'introduction d'espèces étrangères dangereuses apparaissent de plus en plus délicates : le Phylloxéra nous vient d'Amérique et c'est d'Amérique également que nous fut apporté le Doryphora; mais à cet égard, l'Europe n'est point en reste avec les Etats-Unis, elle leur a envoyé notre Pyrale dont la chenille mine les pommes, le Bombyx zigzag ou « gipsy moth » dont la chenille dévorante devient là-bas un vrai fléau pour les arbres, et plusieurs autres espèces également malfaisantes. Ainsi, l'homme répand partout les maux dont il souffre : « Les Iles Hawaï, observe M. Howard, étaient à l'origine absolument indemnes de toute plaie d'Insectes, et, en fait, tout Insecte nuisible existant là-bas à l'heure actuelle y a été introduit. Par exemple, il semble n'y avoir jamais eu de moustiques jusqu'au jour où ils furent apportés, vivant dans les provisions d'eau, par les navires à voiles. On dit à Honolulu, avec un sourire, que moustiques et missionnaires sont venus en même temps. »

Mais c'est davantage encore par ses cultures intensives que l'homme favorise, au delà de tout ce que l'on pourrait prévoir, la multiplication des espèces nuisibles. Le *Doryphora* en offre malheureusement un superbe exemple : ce joli chrysomélide vivait paisiblement de Solanées sauvages, notamment du *Solanum rostratum*, dans son pays d'origine, le Colorado et les régions avoisinantes des Montagnes Rocheuses, jusqu'au jour où les Etats-Unis se mirent à cultiver la Pomme de terre, *Solanum tuberosum*, sur une large échelle. L'insecte jugea sans doute cette espèce bien préférable aux Solanées sauvages, et en trouvant à profusion, se multiplia en conséquence; c'était une bête indifférente, il devint du coup ennemi menaçant. Un autre exemple non moins topique nous est conté par M. Howard avec son humour ordinaire : « Jusqu'à ces dernières années, dit-il, on ne semble pas avoir tenu les carottes comme récoltes comptant pour beaucoup; on les cultivait dans les potagers et les réservait à certains usages, d'ailleurs peu étendus. Mais ces derniers temps apparut tout à coup une grande industrie — la préparation des « canned-soups » — qui a suscité la demande d'une grande quantité de carottes. En conséquence, ces légumes ont été cultivés sur de vastes surfaces dans le centre de l'Etat de New-York et ailleurs. On peut prévoir ce qui arriva : c'est un paradis qu'on avait créé pour la mouche de la rouille (*Psylomyia rosæ*), un monde entier de bombance qu'on avait ouvert devant elle. L'insecte destructeur se multiplia sans mesure. « Si

1. W. PATTEN : The Ways of Man, Apes and Fishes (*Scientific Monthly*, octobre 1930).

les fermiers, disait le Dr Glascow, avaient voulu cultiver la mouche au lieu de carottes, ils n'auraient pu, avec les méthodes les plus parfaites, imaginer un meilleur résultat. »

Une infinité d'espèces, — parmi ces espèces beaucoup de malfaisantes — et parmi les malfaisantes, une multiplication extraordinaire d'individus provoquée par l'industrie humaine, ainsi se présente à nous la menace de l'Insecte, menace que nous devons juguler, mais qui ne disparaîtra jamais complètement, car l'Insecte offre une résistance sans égale et, comme l'a dit Holland, la vie s'éteindra sur le globe avec un dernier Insecte sur un dernier Lichen.

***

N'est-ce pas une vue prophétique, celle qu'a dessinée Maeterlinck lorsque, dans un article[1] que j'avais remarqué jadis, il dépeint sous les traits suivants la faune entomologique : « L'insecte n'appartient pas à notre monde. Les autres animaux, les plantes même, en dépit de leur vie muette et des grands secrets qu'ils nourrissent, ne nous semblent pas totalement étrangers. Malgré tout, nous sentons en eux une certaine fraternité terrestre. Ils surprennent, émerveillent souvent, mais ne bouleversent point de fond en comble notre pensée. L'insecte, lui, apporte quelque chose qui n'a pas l'air d'appartenir aux habitudes, à la morale, à la psychologie de notre globe. On dirait qu'il vient d'une autre planète, plus monstrueuese, plus énergique, plus insensée, plus atroce, plus infernale que la nôtre... Il a beau s'emparer de la vie avec une autorité, une fécondité que rien n'égale ici-bas, nous ne pouvons nous faire à l'idée qu'il est une pensée de cette nature dont nous nous flattons d'être les enfants privilégiés... Il y a sans doute, dans cet étonnement et cette incompréhension, je ne sais quelle instinctive et profonde inquiétude que nous inspirent ces existences incomparablement mieux armées, mieux outillées que les nôtres, ces sortes de comprimés d'énergie et d'activité en qui nous pressentons nos plus mystérieux adversaires, nos rivaux des dernières heures et peut-être nos successeurs. » J'ai relevé cet admirable passage dans ma « Vie psychique des Insectes », il a été ensuite reproduit partout et M. Howard en a mis justement en relief les dernières lignes. C'est, à mon sens, la vue la plus juste qu'on ait émise jusqu'ici sur le monde entomologique; nous la devons à un poète; mais les poètes ne sont-ils pas aussi les *vates*, les devins qui soulèvent les voiles mystérieux de la vérité?

Avec son intelligence, l'homme n'est pas désarmé contre la menace de l'insecte, mais sous la condition expresse d'avoir une idée claire du péril. Cette idée, elle prend un développement progressif dans l'esprit des hommes, plus ou moins suivant les nations; ce sera le mérite et le grand honneur des Etats-Unis de l'avoir mise en lumière plus que les autres et d'en avoir tiré les conséquences pratiques. Pour lutter contre les Insectes malfaisants, il faut les bien connaître et pour les bien connaître il faut susciter et encourager la recherche entomologique. Dans cette voie, les Etats-Unis nous ont magnifiquement donné l'exemple : quand M. Howard fit ses débuts, le service entomologique du Département de l'Agriculture, à Washington, se composait de trois spécialistes; il en compte maintenant près de 500 et « chaque Etat de l'Union a sa station expérimentale d'agriculture dans laquelle est une équipe de travailleurs semblables. »

Contre les Insectes nuisibles aux végétaux et contre ceux qui s'attaquent aux animaux domestiques ou à l'homme, on lutte par toutes les méthodes, on a recours à tous les moyens, même les plus modernes, en donnant un soin particulier au mode qui consiste à dominer les espèces malfaisantes par celles qui leur sont hostiles.

Ces moyens de lutte et de contrôle ont une histoire que M. Howard pouvait d'autant mieux exposer qu'il en fut le héros et le principal animateur. Comme les autres, ce chapitre de son ouvrage offre le double agrément d'un intérêt très vif et d'une aimable saveur. Je me borne, sans plus, à le signaler. En écrivant cet article, j'avais simplement pour but de rendre bien évidente la menace de l'Insecte; je laisse au lecteur le soin de chercher dans l'ouvrage de M. Howard la manière dont l'homme répond à cette menace.

E.-L. Bouvier,
Membre de l'Institut,
Professeur honoraire du Muséum.

1. Maurice Maeterlinck : J.-H. Fabre et son œuvre, *Annales politiques et littéraires*, 2 avril 1911.

L'UNIVERS ÉLECTROMAGNÉTIQUE PAR UNE NOUVELLE LOI DE LA GRAVITATION

(fin)

XVI. — Polarisation

S'il est un phénomène propre à mettre en valeur le facteur magnétique de la formule d'interaction universelle, c'est bien celui de la polarisation.

Dans l'étude de la réfraction qui renferme en elle-même celle de la réflexion et de la diffraction, nous n'avons fait intervenir que le facteur électrique $\frac{d+d'}{r^2}$ dans lequel d est la densité du système représentatif du champ de force et d' la densité du système soumis à l'action de ce champ de force.

La formule d'interaction $f = Kmm'\left(\frac{d+d'}{r^2}\right)$ entre deux systèmes placés dans le vide suffit donc à expliquer les phénomènes de réfraction en général.

On comprendrait que des rayons lumineux qui n'ont pas la même densité puissent se comporter différemment lorsqu'ils sont soumis sur un point de leur parcours à l'action d'une surface réfringente, c'est-à-dire à l'action d'un même champ de force. Mais on ne comprendrait pas pourquoi deux rayons monochromatiques, c'est-à-dire de même fréquence et par suite de même densité et qui semblent identiques, peuvent, dans certains cas, subir de la part d'un champ de force des actions différentes.

C'est, comme l'on sait, le cas qui se produit dans le phénomène de la polarisation et c'est ici que doit intervenir le facteur magnétique de la formule de gravitation universelle.

Ce facteur joue naturellement dans tous les cas, et le calcul rigoureux d'une déviation doit en tenir compte, mais il n'y a guère que dans les phénomènes corpusculaires électro-lumineux que cette correction magnétique prend une réelle importance.

On a vu, dans le chapitre IX de l'électromagnétisme universel, en quoi consiste ce facteur.

Le champ de force représenté par un système résultant, aussi bien que le système dont on étudie la trajectoire, ont une orientation caractérisée par leurs plans magnétiques, et la force avec laquelle ces deux systèmes placés dans le vide s'attirent dépend de l'angle que font entre eux le plan magnétique du système champ de force et celui du système influencé par ce champ, l'attraction étant maxima lorsque ces deux plans sont parallèles et minima lorsqu'ils sont perpendiculaires.

La valeur de la correction magnétique est, à un coefficient près, propre à chaque système, proportionnelle au cosinus de l'angle des deux plans magnétiques. Il suffit de donner à ces plans magnétiques la seconde désignation de plans de polarisation pour comprendre en quoi consiste le phénomène que nous étudions.

Faisceau polarisé. — Nous avons vu qu'un faisceau de lumière issu d'un foyer se composait d'un grand nombre de rayons tous polarisés mais dans des plans différents, pouvant prendre une orientation quelconque autour de la direction même du faisceau.

Lorsqu'un tel faisceau est soumis à l'action d'un même champ de force, et c'est ce qui a lieu lorsqu'il arrive dans la zone de pénétration d'un milieu réfringent, les rayons constitutifs de ce faisceau subissent, de la part de ce champ électromagnétique, une action.

Celle-ci dépend, non seulement de leurs potentiels respectifs et du potentiel du champ, mais dépend aussi des angles que font leurs plans de polarisation avec le plan de polarisation du champ électromagnétique.

Il résulte donc de l'intervention du facteur magnétique dans la valeur de la force vectorielle ou accélération, que des rayons monochromatiques subiront une accélération qui dépendra de l'orientation de leur plan de polarisation.

Or, de la valeur de cette accélération peuvent résulter pour le rayon trois conséquences différentes :

1° Le rayon, après l'action reçue, peut avoir une vitesse suffisante pour pénétrer dans le milieu réfringent et y poursuivre sa route rectiligne : il est réfracté.

2° Il peut avoir sa vitesse annulée et les photons qui le constituent venant se joindre à la masse photonique du milieu interatomique sont pris dans la gravitation des atomes, se mêlant ainsi à ce mouvement qu'on a quelquefois appelé un mouvement tourbillonnaire : le rayon est absorbé.

3° Enfin, l'accélération a pu changer de signe, le rayon est repoussé ou réfléchi.

Chacun de ces trois cas correspond à une échelle de valeurs de cos α, α étant l'angle du plan magnétique du champ avec les plans magnétiques des rayons monochromatiques considérés.

Du faisceau monochromatique non polarisé qui tombe sur la surface d'un cristal monoréfringent, certains rayons seulement seront réfractés, ceux pour lesquels α ne dépassera pas une certaine valeur.

Le reste du faisceau sera absorbé ou réfléchi ; en conséquence, le faisceau de sortie du cristal ne se composera plus que de rayons polarisés dans des plans voisins. On dira alors que le faisceau ayant subi cette réfraction sort du cristal polarisé.

Les rayons réfléchis étaient ceux pour lesquels les valeurs de α étaient les plus voisines de $\frac{\pi}{2}$.

La partie du faisceau qui est réfléchie se trouve donc, elle aussi, polarisée du fait que les plans de polarisation des rayons réfléchis ont des orientations voisines. Un faisceau tombant ainsi sur un cristal fournit un faisceau réfracté, polarisé dans un certain plan, et un faisceau réfléchi polarisé dans le plan perpendiculaire. On a ainsi l'image de la polarisation par réfraction et par réflexion.

Lorsque les faisceaux ainsi polarisés seront soumis à l'action d'un second cristal, tous les rayons qui le constituent se comporteront, à peu de chose près, de la même façon.

Le faisceau sera à peu près entièrement réfracté, absorbé ou réfléchi, et ce sera de l'orientation du plan de polarisation de ce second cristal que dépendra, à sa sortie, le maximum de lumière ou l'extinction.

Polyréfringence. — En tout ce qui précède, nous avons considéré le milieu réfringent comme possédant en tous ses points, un plan magnétique ou de polarisation parallèle à une même direction.

Or, l'angle de réfraction dépend de cette orientation et du coefficient magnétique du milieu réfringent. Un faisceau lumineux dont les rayons constitutifs tomberont sur une surface réfringente, en des points très voisins mais cependant distincts, donneront lieu à un seul faisceau réfracté.

Mais il arrive que dans des cristaux il se produit, au moment de la cristallisation, des compressions suivant certaines orientations.

Or, on se souvient que nous avons expliqué la présence d'un plan magnétique par le fait que le milieu moléculaire d'un système était comprimé suivant l'axe de ce système, c'est-à-dire suivant une direction perpendiculaire au plan magnétique.

Si donc, au moment de la cristallisation, le corps réfringent se trouve comprimé suivant plusieurs directions, il possédera autant d'orientations de plans magnétiques ou de polarisation.

Le faisceau lumineux tombant sur un pareil cristal aura une partie de ses rayons qui sera soumise à un champ électromagnétique correspondant à l'orientation du plan magnétique du cristal au point d'incidence, tandis qu'un rayon voisin tombera sur un point dont le plan magnétique est d'une orientation différente.

Le faisceau se réfractera par conséquent suivant autant de directions qu'il y a de plans magnétiques différents dans le cristal considéré.

Il convient de remarquer que le phénomène de biréfringence obtenue par compression du verre fournit une remarquable confirmation de nos vues sur l'identité du plan de polarisation avec le plan magnétique et sur le magnétisme lui-même.

On ne doit donc pas douter que le magnétisme est dû à une compression des systèmes suivant une direction déterminée, qui est celle de l'axe magnétique.

Vibrations longitudinales et vibrations transversales. — Le lecteur n'aura pas été sans comparer cette théorie de la polarisation avec celle de FRESNEL. Sans vouloir discuter ici dans le détail la théorie ondulatoire de la polarisation, rappelons qu'elle nécessite l'hypothèse de vibrations transversales, hypothèse bien ardue, car on peut se représenter difficilement une vibration qui se transmette autrement que dans le sens longitudinal.

On a cru pouvoir trouver une confirmation des vues de FRESNEL dans la production des ondes électromagnétiques, comme par exemple par l'arc électrique.

Remarquons que cette justification n'est pas fondée, si l'on analyse le phénomène des ondes électromagnétiques par la voie corpusculaire.

Si on comprime un fluide verticalement, on détermine une orientation horizontale du plan magnétique du fluide ainsi comprimé, et il en résulte que les molécules ou corpuscules constitutifs de ce fluide seront chassés horizontalement, de telle sorte que les ondes électro-magnétiques ou autres seront le résultat de mouvements moléculaires ou corpusculaires dirigés horizontalement, c'est-à-dire dans le sens du mouvement de translation des ondes.

Polarisation rotatoire.

Polarisation rotatoire dans les liquides ou les cristaux. — On peut s'expliquer ce phénomène dans les lames cristallines où il se produit, en considérant que chaque étage de cristaux produit

sur l'étage suivant une compression oblique à l'axe du cristal.

Nous avons dit que le plan magnétique d'un système était perpendiculaire à la direction suivant laquelle s'exerce une compression.

La pression oblique subie par le second étage de la part du premier aura déterminé une petite déviation du plan magnétique du second étage, par rapport au plan magnétique du premier étage. Il en sera de même en passant du deuxième au troisième étage.

Le rayon lumineux, en traversant la lame, rencontre sur son trajet une série d'étages en profondeur dont les plans magnétiques ont tourné dans un certain sens, et l'importance de la déviation sera proportionnelle au nombre d'étages traversés c'est-à-dire à l'épaisseur de la lame.

Dans les liquides qui font tourner également le plan de polarisation du rayon qui les traverse, il faut admettre que la disposition des molécules liquides, qui sont également étagées, donne lieu à une rotation du plan magnétique, au fur et à mesure qu'on pénètre dans l'intérieur du liquide.

Polarisation rotatoire magnétique. — Il est bien évident que sous l'effet d'un champ électromagnétique, un solide ou un liquide doit avoir son plan magnétique dévié, et il est non moins évident que l'importance de la déviation pour une intensité déterminée du courant électrique varie en chaque point de son cours avec la tension en ce point.

La déviation présentera, dans le solide isotrope ou le liquide, la même progression que le potentiel du courant, suivi depuis son entrée dans les spires jusqu'à la sortie.

Le plan magnétique aura, par conséquent, tourné d'une quantité proportionnelle à l'épaisseur et, si l'on change l'intensité du champ, on aura une nouvelle rotation de valeur différente.

Ce dernier phénomène met en évidence d'une façon particulièrement sensible le lien qui existe entre l'état électromagnétique et la polarisation.

XVII. — Interférences

Le phénomène des interférences est un de ceux qui ont le plus contribué à faire considérer la théorie de Fresnel comme indispensable à l'explication des phénomènes lumineux.

C'est, par conséquent, un de ceux dont la considération empêche la science de s'orienter définitivement dans la voie corpusculaire que les faits expérimentaux imposent cependant de plus en plus à l'attention du savant.

Nous espérons que l'explication que nous allons donner de ce phénomène par la voie corpusculaire contribuera à faire abandonner une théorie qui se révèle de plus en plus impuissante à expliquer les faits constatés.

Si l'on se reporte à la description de ce qu'est un faisceau lumineux, il faut considérer que les rayons qui le composent n'ont de commun que la direction. Ils ont des densités différentes et, par suite, des fréquences différentes, ils ont également des orientations ou polarisations différentes.

Si nous prenons un faisceau monochromatique, les rayons qui le composent seront tous des rayons de même fréquence, mais asynchrones ou de polarisations différentes.

Pour expliquer par la voie corpusculaire ce qu'est le synchronisme, il faut considérer, ainsi d'ailleurs que nous l'avons exposé au chapitre XII, que, soit à la sortie d'une source lumineuse, soit à l'arrivée dans un milieu corpusculaire après un trajet plus ou moins long dans le vide absolu, les photons constitutifs de ces rayons ayant à vaincre des résistances dans les milieux qu'ils traversent, ont à céder une partie de leur force vive et à subir, par conséquent, une accélération en sens contraire de leur mouvement.

Mais aussitôt après que s'est produite cette action en sens inverse du mouvement d'un corpuscule, celui qui le suit immédiatement vient lui communiquer à distance sa force vive.

De cette façon, le mouvement de chaque corpuscule se fait avec une vitesse moyenne peu différente de c mais avec une accélération γ qui est de la forme $k \sin \frac{2\pi t}{T}$

On peut dire que dans un milieu corpusculaire, aussi bien pour un gaz que pour un milieu photo-électronique, le champ de force assigne toujours à chaque corpuscule une place d'équilibre ou un intervalle d'équilibre ; et lorsqu'un système se rapproche d'un autre système de manière à diminuer cet intervalle, le retour à l'équilibre nécessite des mouvements relatifs des systèmes, les uns par rapport aux autres, conformément à la description précédente.

Si un observateur pouvait accompagner un rayon lumineux avec la vitesse c, celui-ci paraîtrait immobile et il ne verrait que les mouvements pendulaires des corpuscules dont chacun suivrait une loi de la forme

$$e = k \sin 2\pi \frac{t}{T} \cdot$$

A la suite de ces explications, nous pouvons examiner ce qui se passe lorsqu'un faisceau monochromatique est diffracté.

Pour que l'interférence se produise, il faudra

que deux rayons voisins du faisceau suivent un chemin approximativement parallèle, et que les périodes du mouvement pendulaire que nous venons de décrire soient en opposition.

On remarquera que, par le phénomène de la diffraction, ces deux rayons se sont polarisés dans des plans très voisins. Or, lorsque des systèmes se meuvent en sens contraire, à proximité l'un de l'autre et qu'ils ont leurs plans magnétiques ou plans de polarisation sensiblement parallèles, ils se mettent en gravitation.

Par conséquent, dans les expériences classiques qui donnent lieu aux interférences, on voit que toutes les conditions sont réunies pour que tous les photons constitutifs des rayons voisins se mettent en gravitation.

Ils donneront lieu, par conséquent, à un rayonnement d'une nouvelle espèce dont la fréquence sera diminuée de moitié. Les corpuscules qui le formeront, au lieu d'être des photons simples, seront formés de deux photons associés qui joueront le rôle, en quelque sorte, d'ions dans ce nouveau système.

Un tel rayonnement ne pouvant donner lieu à une impression lumineuse sur notre rétine, on observera le phénomène d'extinction que produisent les interférences.

L'explication que nous venons de donner du phénomène des interférences est, comme on le voit, absolument indépendante de la nature des corpuscules qui forment un rayonnement.

On peut obtenir aussi bien des interférences de courants moléculaires que de courants électroniques ou de courants photoniques, ce que l'expérience a montré.

On voit qu'on a eu tort d'établir une différence entre la lumière et la matière.

La matière est formée d'électrons denses et la lumière est formée de photons légers et rapprochés d'autant plus que la fréquence est plus grande, mais photons ou électrons sont des systèmes matériels de gravitation qui n'ont de différence essentielle que dans leur densité ou leur potentiel.

Tous obéissent à une seule mécanique. Celle qui ressort de la loi d'interaction universelle que nous venons de proposer à l'attention du monde savant.

Le caractère ondulatoire de cette dynamique provient de ce que l'interaction électromagnétique assigne, dans chaque cas, un intervalle déterminé aux systèmes qui se suivent, et c'est la nécessité de maintenir cet intervalle qui provoque le mouvement pendulaire. Voilà de quelle façon il faut comprendre la nature de l'association qu'on a cherchée entre les ondes et les corpuscules.

XVIII. — EFFET PHOTO-ÉLECTRIQUE ET EFFET COMPTON

Effet photo-électrique. — Lorsqu'on éclaire certains métaux avec une radiation, on peut déclancher l'expulsion des électrons hors de la matière, si la fréquence de la radiation est assez élevés. Cet effet, qu'on nomme « photo-électrique », est indépendant de l'intensité de la lumière.

Il dépend donc de la fréquence et non de la distance de la source.

Ce fait expérimental a fait conclure nécessairement à la structure granulaire de la lumière. Il est en complète harmonie, par conséquent, avec notre théorie. Le phénomène se produit dans chaque région infiniment petite où aboutit un rayon lumineux.

Ce rayon de fréquence ν détermine, dans le milieu photonique, une variation de potentiel.

On se rappelle que les atomes sont formés d'agglomérats de petits systèmes planétaires, d'électrons en gravitation dans un milieu photonique ou éther lumineux.

Cet éther lumineux joue approximativement le rôle que nous avons attribué à l'éther pur intersidéral, et l'on peut dire qu'il constitue un milieu positif par opposition aux électrons denses qui constituent un milieu négatif.

Toute diminution de charge positive de l'éther lumineux provoquera écartement ou expulsion des électrons, ainsi que nous l'avons expliqué au chapitre X.

Or, l'importance de la variation de potentiel du milieu photonique dépend essentiellement du potentiel du rayon lumineux, c'est-à-dire de la valeur $h\nu$.

Effet Compton. — Rappelons que des rayons X tombant sur un morceau de matière se diffusent en partie, et que les rayons diffusés présentent une fréquence un peu plus faible que les rayons incidents.

Nous conserverons l'explication corpusculaire qui a déjà été donnée de ce phénomène, en disant que le rayon incident, en pénétrant plus ou moins dans la matière avant d'être diffusé, a accompli, en ce point, un travail mécanique et que la diminution de fréquence correspond à ce travail.

Nous ajouterons seulement que, d'après notre théorie, la valeur $h\nu$ représente la densité du rayon et comme celui-ci est assimilable à un fluide parfait, un rayon lumineux ou rayon X peut être considéré comme le jet du fluide photonique sous une pression $h\nu$.

Il est, par suite, tout naturel qu'un fluide sous une pression déterminée, après avoir accompli un travail dans la région, sorte de celle-ci

avec une réduction de pression correspondant à l'importance du travail produit.

XIX. — Principe de relativité

Le principe le plus général de relativité peut se résumer de la façon suivante :

Dans l'intérieur d'un système de gravitation, c'est-à-dire pour tout système en mouvement dans l'espace animé, comme la terre, d'un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe et d'un mouvement de translation uniforme, tous les phénomènes se passent comme si ce système en rotation uniforme n'était animé d'aucun mouvement de translation par rapport à l'éther.

Ce principe conforme à l'expérience découle tout naturellement de la loi de l'électromagnétisme universel dont l'exposé fait l'objet de cet ouvrage et devient une simple application du principe de causalité.

On a vu qu'un système de gravitation comme la terre était un champ électromagnétique dans le sens généralisé que nous avons donné à cette expression, et dans lequel se meuvent une infinité de petits systèmes de gravitation constituant chacun des champs électromagnétiques.

Tous les atomes, électrons et photons qui se meuvent dans le champ électromagnétique terrestre sont indépendants, en ce sens qu'ils se meuvent dans l'éther pour leur compte et ils ont néanmoins un lien qui leur assigne à chaque instant leur position d'équilibre les uns par rapport aux autres; ce lien est fourni par la formule générale d'action réciproque électromagnétique.

On comprend bien qu'avec la discontinuité de la matière telle qu'elle s'impose aujourd'hui à tous les esprits, le principe de relativité est absolument nécessaire pour s'expliquer qu'un corps quelconque dans le champ terrestre ne subit aucune déformation par le double mouvement de rotation et de translation de la terre dans l'espace.

Cette loi électromagnétique apparaît donc comme une merveille de mécanique de précision, en ce sens qu'en respectant l'indépendance relative des systèmes, elle en assure toute la souplesse désirable, et en établissant entre eux une liaison inflexible, elle en empêche la déformation.

Le principe de relativité n'est par conséquent pas autre chose que l'expression de ce fait évident : Si l'on considère un système de référence lié au mouvement de rotation et de translation de la terre, tous les éléments constitutifs du milieu terrestre accompagnent ce système.

Et ce résultat tient à ce que chacun de ces éléments, à n'importe quel instant et quelque position qu'il vienne occuper dans le champ de gravitation, subit la force vectorielle nécessaire pour assurer sa liaison au mouvement d'ensemble.

On a vu que cette force vectorielle nécessaire pour assurer la liaison de l'élément au mouvement de rotation de la terre était prélevée sur son coefficient d'inertie ou charge négative et que son mouvement par rapport au système de référence lié à la terre était fourni par la différence entre sa charge totale, c'est-à-dire sa densité et la charge d'équilibre correspondant à l'orbite sur laquelle il se trouve au moment considéré.

Quant au mouvement de translation, il est assuré par une force vectorielle appliquée à tous les systèmes constitutifs du milieu terrestre et provient du champ de gravitation ou champ électromagnétique dans lequel se meut le système terrestre.

De telle sorte que tous les systèmes constitutifs du milieu terrestre se meuvent solidairement sous l'action d'une force vectorielle propre à chacun d'eux, force qui est la résultante de l'action électromagnétique interne et de la force électromagnétique externe.

On voit, en définitive, que la formule d'attraction universelle de Newton appliquée à l'interaction entre le champ et un système quelconque faisant partie du milieu terrestre, ne pouvait pas plus donner une explication de la distribution du champ de gravitation que celle de la relativité ou entraînement de tous les éléments solidaires de ce champ.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, l'erreur bien explicable d'ailleurs de Newton a été de prendre la masse d'un système comme coefficient d'inertie, alors qu'elle n'est qu'une quantité d'inertie. En d'autres termes, tout système matériel était considéré par les newtoniens comme un véhicule inerte.

Il en est résulté une erreur de dynamique du fait que la force qui provient d'un champ est modifiée par chaque système qui la subit, suivant la valeur du coefficient d'inertie de ce système, c'est-à-dire suivant sa densité ainsi que par son orientation.

Nous avons vu que cette modification profonde dans la dynamique newtonienne permet de donner une interprétation mécanique des phénomènes électriques et optiques, alors que jusqu'ici les efforts qui ont été tentés dans ce sens ont toujours échoué.

Expérience de Michelson. — Du principe général de relativité découle forcément le résultat suivant :

Si un système, absolument quelconque, est en

mouvement dans l'espace et se dirige vers la terre avec une vitesse c, il arrive un moment où, quittant le milieu intersidéral de densité nulle, il pénètre dans une première zone d'une densité δ de gravitation terrestre.

A ce moment, il fait partie du champ électromagnétique terrestre et il accompagne la terre dans son double mouvement de rotation et de translation.

Sa vitesse par rapport à un trièdre de référence fixe n'est plus c. Elle est $c+v$, v étant la vitesse de translation de la terre par rapport à ce trièdre de référence, et ayant une valeur algébrique positive ou négative.

Par rapport à un trièdre lié à la terre, sa vitesse est restée c.

Le résultat négatif de l'expérience de MICHELSON ayant montré que la lumière se comportait comme nous venons de l'expliquer pour un système matériel quelconque, on devait en conclure que la lumière était assimilable à un corps pesant et était, par conséquent, douée d'une masse ou quantité d'inertie et d'une densité ou coefficient d'inertie.

On voit pourquoi l'éther lumineux corpusculaire et pesant accompagne la terre conformément à l'expérience de MICHELSON, alors que l'éther intersidéral et immobile n'accompagne pas la terre.

Toute la théorie que nous venons de présenter étant basée sur la nature corpusculaire de l'électricité ou de la lumière se trouve par conséquent fortement appuyée par le résultat de l'expérience mémorable du savant américain.

Il est important de remarquer que si par l'observation de la vitesse de la lumière, l'observateur terrestre ne peut pas déceler le mouvement de la terre par rapport à un trièdre de référence fixe, il ne pourrait pas davantage le faire s'il avait à observer la vitesse d'un véhicule pesant venant de l'espace et pénétrant dans la gravitation terrestre avec une vitesse très inférieure à celle de la lumière, puisque ce véhicule, tout comme la lumière, accompagnerait la terre.

Si, au contraire, un mobile passe assez loin de la terre pour ne pas entrer dans le champ électromagnétique terrestre, il ne subira pas la variation de vitesse absolue due à l'action de ce champ et l'observateur pourra constater que, par rapport à lui, le mobile a une vitesse $c+v$.

L'expérience de MICHELSON trouve ainsi son explication dans le cadre des notions inébranlables de temps et d'espace absolus. La cinématique ancienne reste la seule vraie. La dynamique ancienne seule était à modifier. En particulier, lorsque la terre fuit la lumière, celle-ci a une vitesse absolue $c+v$, où v est positif, et il est par conséquent inexact de dire que la vitesse c est une vitesse limite.

La vitesse de la lumière est indépendante de celle de la source. — Lorsqu'un véhicule de vitesse c pénètre dans la gravitation terrestre, il prend, par rapport à un trièdre de référence fixe, la vitesse $c+v$ grâce aux actions successives qu'il reçoit sur tous les points de son trajet dans le milieu terrestre.

Réciproquement, si un système est projeté dans le champ terrestre avec une vitesse c, tant qu'il sera dans le champ, il recevra les impulsions nécessaires pour accompagner la terre, et il aura une vitesse $c+v$; quand il aura abandonné le champ, il n'aura plus que sa vitesse propre c.

Les raisons pour lesquelles la vitesse de la lumière est indépendante de celle de la source sont absolument les mêmes que les raisons pour lesquelles la vitesse relative de la lumière par rapport à une planète qui la reçoit est indépendante de la vitesse de cette planète.

Expérience de Fizeau. — Lorsque la lumière pénètre dans un milieu quelconque solide, liquide ou gazeux, nous avons déjà vu qu'elle pénétrait dans un champ électromagnétique et qu'au moment de son entrée dans ce champ, elle subissait une déviation et une variation de vitesse qui dépendait des caractéristiques électromagnétiques de ce champ.

Le liquide de l'expérience de FIZEAU est un champ électromagnétique et la lumière va se comporter, vis-à-vis de lui, comme la lumière venant de l'espace se comporte vis-à-vis du champ électromagnétique terrestre. Si la lumière avait une vitesse c avant de pénétrer dans l'eau, elle sera entraînée avec la vitesse v et aura une vitesse $c+v$, c'est-à-dire : sa vitesse propre augmentée de la vitesse d'entraînement du liquide.

Mais, aussi bien pour la vitesse de pénétration dans l'atmosphère terrestre que dans le liquide, la vitesse propre de la lumière subit des modifications qui dépendent du coefficient d'inertie ou charge négative du milieu traversé.

Or, on constate par l'expérience de FIZEAU que la vitesse de la lumière, par rapport à l'eau en mouvement, est inférieure à sa vitesse par rapport à l'eau au repos.

Il faut en conclure que les caractéristiques électromagnétiques d'un liquide en mouvement ne sont plus les mêmes que celles du même liquide au repos. Et cela est bien évident si l'on se souvient qu'un fluide quelconque en mouvement est à un potentiel plus bas que le même fluide au repos, le potentiel étant caractérisé par la pres-

sion du fluide qui provient d'un plus grand degré de rapprochement de ses molécules.

La vitesse dans l'eau en mouvement ne sera donc pas $c+v$; elle sera $c+v-v'$, v' étant proportionnelle à la charge négative nécessaire pour créer la cathode d'où jaillit le liquide en mouvement.

Aberration. — Le phénomène de la lumière n'étant plus, d'après notre théorie, un mouvement vibratoire de l'éther intersidéral, l'explication qu'on donne de l'aberration et qui est basée sur la théorie des ondes n'est plus possible si la lumière est, comme nous l'avons démontré, formée par des courants corpusculaires traversant l'éther intersidéral et accompagnant la terre dès qu'ils pénètrent dans la première zone corpusculaire qui tourne avec celle-ci.

Si notre théorie est fondée, il est impossible d'admettre que l'aberration soit due au rapport qui existe entre la vitesse de la lumière dans le corps de la lunette et la vitesse de déplacement de la terre sur son orbite.

Il existe d'ailleurs un fait expérimental qui tend à prouver que l'aberration n'est pas due à cette cause. En 1871-72, AIRY et les astronomes de GREENWICH ont mesuré la constante d'aberration avec une lunette pleine d'eau et ils l'ont trouvée égale à la constante déterminée à la façon ordinaire avec une lunette pleine d'air.

Ce fait, très difficile à expliquer dans l'hypothèse classique, sera, au contraire, en pleine conformité avec l'explication qui va suivre.

Une chose est incontestable, c'est que l'aberration est due au mouvement de la terre sur son orbite.

Or, la ligne qui joint l'observateur à l'étoile fixe a une direction qui peut être considérée comme invariable, quelle que soit la position de la terre sur son orbite.

Il semblerait donc, si on ne considère pas les choses de plus près, que l'image de l'étoile doit se faire en un point qui est indépendant du mouvement de la terre.

Mais il y a un élément qui varie entre l'instant t où le rayon a pénétré dans la première zone de gravitation terrestre et l'instant $t+\Delta t$ où il a atteint l'observateur :

C'est l'angle que fait la direction invariable de l'étoile fixe avec le plan magnétique ou plan de polarisation terrestre.

On sait, par les explications que nous avons données sur la réfraction et la polarisation, que la trajectoire dépend de l'orientation du plan magnétique en tous les points du milieu traversé.

Si la terre n'avait aucun mouvement de translation, la trajectoire serait toujours identique à elle-même, mais du fait qu'en se déplaçant sur son orbite, l'orientation du plan magnétique, liée à celle de la terre, varie, la trajectoire vraie est influencée par le mouvement de la terre sur son orbite.

On se trouve en face d'un véritable phénomène de polarisation rotatoire.

L'importance de l'aberration ne sera par conséquent pas la même suivant les périodes de l'année, puisque la vitesse de la rotation en question est liée à la direction du mouvement de translation par rapport à la direction de l'étoile. La variation de l'aberration sera, par suite, comme le montre l'expérience, une fonction dont la période est la durée d'une révolution de la terre sur son orbite.

Déviation de la lumière par le soleil. — S'il est établi que la lumière est constituée par des corpuscules matériels doués d'une masse et d'une densité, il est bien évident qu'elle doit être déviée sous l'influence d'une masse quelconque et le phénomène de la réfraction en est la preuve.

La déviation de la lumière par le soleil rentre dans un phénomène très général et ne peut apporter aucun éclaircissement nouveau sur les lois de l'électromagnétisme.

Conclusion. — Nous avions annoncé, au début de cet ouvrage, que nous ne donnerions une appréciation sur la théorie d'EINSTEIN, qu'après avoir exposé notre théorie.

La manière dont nous expliquons l'expérience de MICHELSON et la Relativité nous dispense de formuler une critique de la conception einsteinienne, car si la lumière est pesante et accompagne la terre, l'introduction d'un temps optique, comme l'imagine EINSTEIN, devient inutile.

Cette notion qui heurte le sens commun, et qui était la seule ressource pour expliquer les faits tant qu'on considérait la lumière comme produite par des ondes d'un milieu immatériel et immobile, tombe d'elle-même à partir du moment où la science est obligée de reconnaître la nature corpusculaire et pesante de cet élément.

Si l'on persévérait à considérer comme juste la notion d'un temps optique, il faudrait nécessairement adopter autant de notions différentes du temps qu'il existe de vitesses différentes dans les radiations corpusculaires, atomiques, moléculaires, etc... c'est-à-dire qu'il faudrait autant de notions de temps qu'il y a d'états physiques, car chacun de ces véhicules rencontrant la terre se comportera indubitablement comme le fait la lumière dans l'expérience de MICHELSON.

Il est nécessaire en terminant ce chapitre de la Relativité et afin d'éviter tout malentendu, de pré-

ciser la critique que nous faisons de la théorie d'EINSTEIN.

Non seulement nous reconnaissons comme exacts les principes de Relativité énoncés par ce savant, mais nous les faisons rentrer dans un énoncé plus général.

Ce que nous reprochons à cette théorie c'est que, prenant comme postulat l'invariance de la vitesse de la lumière elle en développe les conséquences par la doctrine arbitraire et inadmissible d'une interdépendance de l'espace et du temps.

Les équations des einsteiniens expriment analytiquement le fait exact révélé par l'expérience de MICHELSON, mais c'est là un pur artifice mathématique dont on peut d'ailleurs tirer analytiquement certaines conséquences exactes, mais il est absurde à notre avis de vouloir interpréter physiquement le sens de ces équations.

Ce n'est en aucune façon parce que le temps serait une fonction de la vitesse que la lumière accompagne la terre.

La lumière accompagne la terre au même titre que les atomes ou les électrons parce qu'elle fait comme eux partie intégrante du milieu matériel.

La Relativité, nous l'avons dit est une conséquence directe de la loi d'interaction universelle : elle résulte de ce que la position relative des systèmes est déterminée à tout instant par la valeur de cette interaction.

Cette valeur étant un effet d'action *instantanée* à distance est la même entre des systèmes en mouvement que si ces systèmes étaient immobiles dans l'éther à l'instant considéré.

C'est donc de l'instantanéité de l'action à distance que résulte l'invariance géométrique des agglomérats en mouvement.

On voit bien ainsi que la vitesse de la lumière dans le vide n'a aucun rôle à jouer dans le phénomène de la Relativité et que c'est à tort qu'EINSTEIN propose un invariant dans lequel entre la vitesse de la lumière.

Max Franck,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Note complémentaire. — Certains lecteurs ont pu être troublés, dans le cours de notre exposé, par une contradiction apparente.

Dans notre thèse, en effet, la densité des systèmes joue un rôle capital; elle nous a permis d'arriver à l'explication corpusculaire de l'électromagnétisme et de tous les phénomènes ,en général, représentés comme découlant de la formule d'interaction universelle. Or, cette influence de la densité ne semble pas se manifester dans la chute des corps solides dans le vide ni dans la plupart des problèmes astronomiques.

Voici, selon nous, comment s'explique en réalité ce paradoxe :

Le rapport des accélérations prises, sous l'effet de la pesanteur dans le vide par deux systèmes de densité d_1 et d_2 est égal à $\frac{D + d_1}{D + d_2}$, D représentant la densité de la terre.

Le fait d'expérience acquis est que, pour des corps solides, ce rapport est sinon égal rigoureusement à 1, du moins assez voisin de l'unité pour qu'on ne puisse pas pratiquement déceler la différence.

Si cette différence est ε, il faut que D densité de la terre soit telle que $\frac{D+d_1}{D+d_2} = 1 + \varepsilon$, ce qui nécessite pour D une valeur très grande par rapport à d_1 et d_2.

S'il en est ainsi, si la Terre a une densité incomparablement plus grande que celle des corps les plus denses connus à la surface du globe, tout s'explique.

Si, au contraire, la densité de la Terre était de 5 comme on l'a calculé, notre théorie se trouverait en défaut.

Or, comment a-t-on calculé la densité de la Terre?

Sans parler des causes d'erreurs inhérentes aux diverses expériences par lesquelles on a cherché à déterminer la valeur du coefficient K de la formule $f = k\frac{mm'}{r^2}$, le calcul a fourni pour la Terre une masse M obtenue *en appliquant la formule de Newton.*

La densité D de la Terre résultant de la valeur de cette masse M ne peut donc pas nous être opposée, puisque toute notre théorie s'inscrit en faux contre la formule $f = \frac{kmm'}{r^2}$.

D'autre part, en vertu d'une conséquence rigoureuse de notre théorie, il est nécessaire que la densité de la Terre soit supérieure aux densités connues à la surface du globe.

La distribution des systèmes dans le champ de gravitation se fait par ordre de densités croissantes depuis l'extérieur jusqu'à une sphère de densité maxima plus ou moins voisine du centre. Plus la vitesse de rotation du système considéré est faible, plus cette sphère de densité maxima doit être près du centre; pour la Terre, la vitesse de rotation autour de son axe est assez faible pour qu'on puisse justement considérer que la densité va en croissant jusqu'au centre.

Derrière la croûte terrestre, dont l'ordre de densité nous est connu, se trouvent donc des couches concentriques, liquides ou même gazeuses, dont la densité va en croissant en même temps que la température.

On a vu, par notre théorie, que la température se définit par la pression du milieu photonique et il est naturel que ce milieu soit de plus en plus comprimé au fur et à mesure qu'on se rapproche du centre. La loi de progression de la pression et de la température que nous pouvons vérifier dans l'atmosphère se poursuit jusqu'au centre.

Il ne faut plus s'étonner, en outre, qu'il puisse exister des densités très supérieures à celles que nous connaissons, si l'on se souvient de notre description de la constitution de la matière: agglomérat d'électrons denses en gravitation dans un fluide de photons très légers constituant l'éther électro-lumineux.

Dans les corps les plus denses à la surface du globe ces électrons en gravitation décrivent des orbites qui laissent un vide énorme ne contenant que le fluide photonique extra-léger; ces corps occupent donc dans une échelle des densités de 0 à 1 (la densité 1 étant par définition celle qui correspondrait à l'absence complète de vide) une place beaucoup plus voisine de 0 que de 1.

Avec la compression progressive que subit ce milieu photoélectronique à l'intérieur du globe, on atteint forcément des températures et des densités dont nous ne pouvons nous faire aucune idée. Telles sont les raisons par lesquelles il découle de notre théorie que le coefficient d'inertie D de la Terre est incomparablement plus grand que celui des corps solides connus, de telle sorte que le rapport $\frac{D + d_1}{D + d_2}$ est très voisin de l'unité.

Au point de vue astronomique, on peut avancer que dans tous les cas où la formule $f = K\frac{mm'}{r^2}$ est suffisante c'est que la somme des densités des deux astres peut être considérée comme constante.

Dans tous les cas où la formule de Newton n'explique pas les faits, par exemple pour la rotation de l'orbite de Mercure, et pour les écarts reconnus dans les mouvements lunaires, il est infiniment probable que notre facteur électromagnétique joue alors d'une façon plus sensible.

Comme il y a peu de chance que les astres varient de densité, c'est surtout le facteur magnétique, fonction de l'orientation, qui intervient. Autrement dit, l'on doit trouver la correction des anomalies présentées par une planète ou un satellite en tenant compte de l'angle que font entre eux le plan équatorial de cet astre avec le plan équatorial du système de gravitation dont il fait partie. L'interaction entre le Soleil et Mercure, par exemple, varie en tous les points de l'orbite, non seulement en fonction de la distance, mais aussi en fonction de la position de cette planète par rapport au plan équatorial du Soleil.

M. F.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Kryloff (N. — **Les Méthodes de solution approchée des Problèmes de la Physique mathématique.** — 1 *fascicule de* 68 *pages du* Mémorial des Sciences mathématiques. *Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1931.

Dans la méthode dite fondamentale de la Physique mathématique, créée par les travaux classiques des géomètres contemporains, le développement de l'intégrale différentielle non homogène procède suivant les fonctions « singulières » correspondant aux problèmes envisagés. Mais ces dernières ne sont pas en général connues numériquement, et il en résulte pour l'intégration approchée des équations différentielles des difficultés assez considérables.

En 1908, le physicien suisse Ritz a proposé une méthode d'intégration approchée qui ayant quelques points de contact avec le procédé antérieurement utilisé par lord Rayleigh est basée essentiellement sur l'emploi de l'algorithme variationnel, de sorte que l'équation donnée se trouve considérée comme l'équation d'Euler provenant d'un certain problème du calcul des variations. H. Poincaré a dit que la méthode de Ritz était une méthode d'ingénieurs, ce qui prouve suffisamment l'importance du procédé.

Il est légitime de poser le problème de la solution approchée, comme il suit : l'existence de l'intégrale unique du système différentiel est assurée et l'on demande à la calculer avec une erreur donnée d'avance en cherchant l'expression majorée de cette erreur, sous la forme utilisable.

Pour le praticien, cette manière de poser le problème présente de réels avantages, car il lui importe peu de savoir que le procédé est convergent ou même que l'ordre de l'approximation est bon, car pratiquement la bonne approximation dépend essentiellement des coefficients numériques intervenant dans l'expression majorée de l'erreur, et ces coefficients influent pour les petites valeurs de n qui intéressent surtout le praticien. Ainsi, le nombre n des équations à résoudre pour obtenir les expressions approchées des coefficients de Fourier de la solution cherchée ne doit pas être plus grand que 6 pour que le calcul effectif soit réalisable. En supposant donc le nombre n plus petit ou égal à 6 on doit par suite chercher à appliquer une méthode de solution approchée telle que la valeur de l'erreur majorée, à la même approximation, soit admissible. A cet effet, on doit largement utiliser les particularités de la question.

C'est dans cet ordre d'idées qu'a été rédigé le présent fascicule dont le but est de contribuer à l'élaboration (sur des exemples simples, faciles à généraliser), à côté de la méthode dite fondamentale de la physique mathématique, d'autres méthodes permettant de juger quelle approximation on doit prendre afin que l'erreur commise soit plus petite qu'un nombre donné d'avance.

Dans ce genre de questions il faut distinguer l'erreur provenant du procédé de calcul numérique employé, et l'erreur majorée qui donne quelquefois une idée assez nette de l'erreur réelle.

Certaines majorations obtenues dans ce fascicule ne présentent qu'un premier pas dans la direction à suivre, afin d'élaborer les majorations réellement utilisables. Or, il se trouve déjà toute une série de majorations, comme par exemple celles qui se rapportent à l'évaluation des valeurs singulières du paramètre, qui peuvent servir au calcul telles quelles dans bien des cas rencontrés dans la pratique. Une œuvre bien utile aux praticiens serait à faire si, à l'aide des méthodes exposées ici, on cherchait à établir les expressions les moins majorées possible de l'erreur pour les différents types d'équations les plus importants.

Dans ce fascicule n'ont pas été exposées la méthode des moindres carrés et ses diverses généralisations non plus que la méthode de l'analyse harmonique généralisée. Le fascicule comporte deux chapitres : l'un relatif à la méthode de l'algorithme variationnel et l'autre à la méthode des différences finies.

L. P.

2° Sciences physiques.

Brunold (Ch.). — **L'Entropie.** — 1 *vol. de* 222 *pages. Masson, éditeur, Paris,* 1930 (*Prix, broché* : 30 *francs.*)

Un chapitre de la physique dont le développement est assez avancé pour qu'on puisse l'étudier avec profit, est celui qui traite des rapports de la chaleur et du travail mécanique.

La théorie mécanique de la chaleur qui s'est élargie peu à peu est devenue la thermo-dynamique moderne. Ceux qui ont fondé la théorie mécanique

de la chaleur : Carnot, Mayer, Helmholtz, Clausius, n'avaient à leur disposition, pour édifier la nouvelle doctrine, que la mécanique, laquelle atteint avec Lagrange un haut degré de perfection. Comment cette science a-t-elle pu être utilisée dans l'étude des phénomènes de la chaleur? Quelle résistance les faits ont-ils offerts à cette utilisation. L'histoire en a souvent été esquissée et la plus remarquable des études consacrées à ce sujet est « l'Energie » d'Ostwald.

L'histoire du concept de l'énergie est celle des plus grands efforts dépensés par les savants du XIXe siècle pour réaliser l'unité de la physique.

Cette histoire est une vaste tentative d'annexion par la mécanique d'un nouveau domaine de faits. Une histoire du concept d'entropie au contraire, est surtout l'histoire de la résistance que les faits ont opposée à leur annexion à la mécanique.

Au lieu de suivre, comme l'a fait Ostwald le courant d'idées qui envahit la physique au XIXe siècle, l'auteur, pour l'observer, s'est placé sur le plus grand obstacle que ce courant ait rencontré dans sa progression. Mais l'auteur écarte le reproche d'être tombé dans un excès opposé et d'avoir vu les choses par l'autre bout.

La notion d'énergie a eu une immense fortune, et a donné lieu à d'innombrables exposés d'ensemble. L'auteur ne croit devoir rappeler ce succès que dans la mesure où cela est nécessaire pour donner à son étude l'unité dont elle a besoin.

Dans l'histoire de la théorie de la chaleur, qui se confond avec celle de la thermo-dynamique, il y a trois grandes étapes, auxquelles correspondent les trois divisions principales de ce volume.

La première de ces étapes est constituée par l'œuvre de Carnot; mais la doctrine de Carnot, développée par Clapeyron en 1834 tombe dans un oubli de 15 années. Dans une deuxième étape qu'on peut faire commencer en 1830, s'élabore la doctrine de l'équivalence de la chaleur et du travail, et celle de la conservation de l'énergie.

Devant ce grand système d'idées réapparaît en 1850 la théorie de Carnot. Un physicien génial, Clausius l'incorpore à la physique nouvelle et dans une œuvre qui se poursuit jusqu'en 1855, crée la thermo-dynamique moderne.

En 1855, Rankine, établit les fondements de l'énergétique qui, tout en se rattachant étroitement à l'annexion de la chaleur par la mécanique, inaugure une méthode nouvelle qui connaîtra un grand succès dans la dernière période de l'histoire de la thermo-dynamique.

Enfin si la théorie cinétique de la matière est constituée aujourd'hui en un chapitre distinct de la physique, son histoire est étroitement liée à celle de la théorie de la chaleur.

L'énergétique ne diffère que par ses méthodes du mécanisme traditionnel de la théorie cinétique. Elles ont toutes les deux le même but : celui de réaliser l'unité finale de la science. Aussi l'auteur étudiera-t-il simultanément ces deux aspects de la même tendance, ne les séparant que dans la mesure où ils se sont séparés dans l'histoire de la théorie de la chaleur.

C'est la dernière époque de cette histoire qui sera la plus intéressante ici parce qu'elle montrera dans le champ délimité par Clausius, le mécanisme sous ses différentes formes aux prises avec les faits qu'il se propose d'annexer.

Bien entendu on ne saurait trouver dans cette étude l'histoire des applications du principe de Carnot et l'utilisation du concept d'entropie dans les diverses branches de la physique.

On s'étonnera peut-être aussi de n'y pas rencontrer l'histoire des innombrables discussions auxquelles ont donné lieu les tentatives d'application à l'univers des principes de la thermo-dynamique depuis que Clausius a affirmé que l'entropie de l'univers tend vers un maximum. C'est que cette théorie est une extension bien audacieuse d'un principe qui n'a été établi que dans un domaine restreint. Etendu à un système illimité, à l'univers supposé infini, il est complètement vide de sens; cependant beaucoup de physiciens ont suivi Clausius dans cette voie.

L'étude historique de ces spéculations dans les rapports qu'elles peuvent avoir avec le concept entropique peut être du plus grand intérêt, mais elle n'intéresse pas la recherche du rôle de ce concept dans le développement historique de la thermo-dynamique, recherche qui est le but de cet ouvrage. Ces spéculations soustraites d'avance au contrôle de l'expérience sont privées de l'un des éléments dont la confrontation constante fait tout l'intérêt de l'histoire qui est tentée ici : la pensée théorique et l'expérience; l'idée et le fait.

L'auteur a donc voulu faciliter l'œuvre du philosophe de la science, en fournissant à ses réflexions une matière déjà élaborée, et il a contribué ainsi, dans une certaine mesure, au rapprochement si désirable de la science et de la philosophie.

Ce travail n'est pas une œuvre de vulgarisation et l'auteur n'a pas hésité à employer le langage mathématique quand cela a été nécessaire pour donner une idée précise de la théorie dont il a si brillamment et d'une façon si intéressante retracé l'histoire, en six chapitres :

Le premier, relatif à l'œuvre de Carnot, et aux origines du principe d'involution; le deuxième, à l'œuvre de Clausius et à l'adaptation de la théorie de Carnot aux idées nouvelles et à l'entropie; le troisième au concept d'entropie et au développement de la thermo-dynamique après Clausius; le quatrième à l'entropie variable de position et à son analogie avec le volume; le cinquième à l'entropie et au potentiel thermo-dynamique; le sixième enfin au mécanisme et à l'entropie.

F. M.

3° Art de l'Ingénieur.

Menjelou (R.). *Ingénieur I. E. G.* — **Le Facteur de puissance des Installations électriques indus-**

trielles. — *1 vol. de 236 pages. Dunod, éditeur, Paris,* 1931.

L'étude des facteurs de puissance a été mise à l'ordre du jour depuis plusieurs années par les grands producteurs d'énergie électrique. Mais ce problème reste encore négligé de la majorité des industriels bien que les frais d'électricité soient assez élevés dans les dépenses générales des usines.

Il convenait donc de donner tant à l'ingénieur qu'à l'industriel tous les renseignements utiles pour comprendre et étudier les divers aspects relatifs à l'amélioration du facteur de puissance (cos. φ).

Le sujet est ici traité dans sa plus grande généralité industrielle, et on y conseille d'abord le relèvement du facteur de puissance par l'amélioration du rendement des moteurs et des transformateurs qui sont les vrais responsables du mauvais cos. φ. L'auteur étudie ensuite les appareils auxiliaires spéciaux destinés à relever le facteur de puissance, tels que les moteurs synchrones, asynchrones synchronisés compensés et les condensateurs statiques.

Les développements mathématiques qui figurent dans le volume précèdent en général des explications, des schémas de montage, des chiffres pratiques et des conclusions, et sont susceptibles d'être compris par tous les lecteurs.

Les industriels particulièrement et les ingénieurs trouveront ici d'utiles renseignements et nous croyons qu'ils pourront parcourir l'ouvrage avec intérêt et profit.

F. M.

***

Reitlinger (Henri). — **Sur l'Utilisation de la Chaleur dans les Machines à feu.** — *1 vol. de 254 p., avec préface de* M. Duchesne, *Professeur à l'Université de Liége. Béranger, éditeur, Paris,* 1930.

Dans une thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, l'auteur s'était déjà donné pour objet de rechercher parmi les diverses améliorations apportées ces dernières années à la technique de l'emploi de la vapeur d'eau pour la production de la force motrice, celles dont l'utilisation paraissait susceptible d'améliorer effectivement le rendement théorique et pratique des cycles.

Il s'était servi pour cela, de données expérimentales récentes, fournies par les laboratoires américains. Par une méthode exclusivement géométrique, qui lui a permis d'éviter l'emploi des calculs analytiques, il a pu établir une série de diagrammes donnant en quelque sorte des images précises et chiffrées dans lesquelles le résultat de l'utilisation des cycles étudiés, apparaît clairement en fonction des deux données principales, la pression et la température initiales de la vapeur vive utilisée.

Il a depuis, mûri la question et il lui est apparu que le problème méritait un examen plus général.

Ce problème qu'il a défini comme étant la recherche des meilleurs procédés pour l'utilisation d'une fraction plus grande de la chaleur mise en jeu dans les foyers industriels, ne se borne pas à l'étude des perfectionnements que l'on peut apporter aux cycles réalisant cette utilisation.

En effet, la consommation sans cesse croissante de puissance motrice nécessite une consommation qui dévore, comme s'il était illimité, le stock de combustible disponible et il y aura lieu à juste raison de ménager quelque peu ses réserves. Or, il arrive précisément ceci que les cycles à haut rendement dont l'emploi contribue à améliorer l'utilisation de la vapeur, ne mettent en jeu dans un cycle, que de la chaleur à température relativement élevée, et laissent sans emploi une part plus grande de la chaleur à température relativement basse. Le choix d'un cycle économique n'est pas une solution totale par lui-même malgré que ce choix résolve sans doute une partie importante du problème, mais il laisse subsister des inconnues, non moins importantes. Ce sont ces inconnues que l'auteur se propose d'analyser ici en reprenant la question sous un point de vue plus général. En dehors de la partie théorique de l'étude qu'il entreprend dans ces pages, l'auteur s'est efforcé de développer d'une manière aussi concrète que possible le moyen d'en tirer parti dans les problèmes pratiques relatifs aux machines à feu.

On trouvera certainement avantage à utiliser pour la résolution de ces problèmes, la méthode qu'il indique. Celle-ci vaut en effet par elle-même et en dehors de la théorie qui lui a donné naissance. Elle demeure applicable sans restriction à tous ces problèmes et dans tous les cas d'espèces et il en serait encore ainsi dans l'éventualité où la théorie proposée pour l'interprétation des phénomènes viendrait pour une raison quelconque à être mise en défaut ou remplacée par une autre plus simple et plus conforme.

L'étendue du sujet n'a pas permis à l'auteur de donner des calculs de détail pour tous les problèmes qui se posent. Il en a seulement traité quelques-uns pris parmi les plus caractéristiques, cela sera suffisant pour permettre au technicien qui voudrait faire usage des méthodes qui sont définies dans le volume d'y trouver sans peine la manière de résoudre tel problème particulier qu'il pourrait avoir en vue, en s'inspirant simplement des indications développées au cours des divers problèmes qui ont été traités.

Il ne sera pas sans remarquer la commodité d'emploi de ces méthodes, leur fécondité et enfin leur aptitude à déceler presque automatiquement les moyens propres à mettre en valeur les sources d'énergie non encore étudiées, et dont on voudra faire usage pour la première fois.

Cette dernière question touche un problème vital qui se posera avec acuité dans un avenir moins lointain qu'on ne le pense. Le présent travail contribuera à la fois à en faire sentir l'importance, et à mettre en lumière des méthodes susceptibles de conduire à sa solution.

L. P.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS

Séance du 17 Novembre 1931.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. — M. **l'Inspecteur de l'Assistance publique de la Vendée** : Rapport en vue de concourir aux récompenses décernées par le Service de l'Hygiène de l'Enfance.

Correspondance non officielle. — Lettre de canditature de M. **Goris**.

Présentation d'un ouvrage imprimé. — MM. **Loeper** et **Bory** : *Le soufre en biologie et en thérapeutique.*

Rapports. — De M. **Pouchet** : Sur des demandes en reconnaissance de stations climatiques. — De M. **A. Siredey** : Sur les travaux envoyés à la Commission des Eaux minérales

Communications. — MM. **G. Roussy** et **Ch. Oberling** : Etude anatomique des tumeurs des centres nerveux. — MM. **C. Levaditi, P. Ravaut, P. Lépine** et Mlle **R. Schœn** : Recherches expérimentales sur l'étiologie et la pathogénie de la maladie de Nicolas et Favre.

Lectures. — M. **J. Bougault** : La Conférence internationale de Genève (juin-juillet 1931) pour la limitation de la fabrication des stupéfiants. — MM. **P. Lépine** et **P. Mollaret** : A propos de la protéinothérapie, dite vaccinale, de la sclérose en plaques. — MM. **D.** et **Jean Olmer** : Nouvelles recherches sur la fièvre exanthématique provoquée. — M. **Marc Bridel** : Sur un nouveau glucoside, le salipurposide, présentant les propriétés physiologiques du Phlorizoside (phlorizine).

Séance du 24 Novembre 1931.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. Rapports concernant le service de la Protection des enfants du premier âge dans 27 départements.

Correspondance non officielle. — M. **le Ministre de l'Instruction publique de Tchécoslovaquie** : Envoi d'un ouvrage, *Miscellanea dermatologica Francisco Samberger sexagenario ab amicis et disciplulis oblata.*

Décès de M. de Brun.

Présentations d'ouvrages imprimés. — MM. **Garnier** et **V. Delamare** : *Dictionnaire des termes techniques de Médecine.* — M. **Gaston Baissette** : *Hippocrate.*

Adjonction de trois membres à la Commission de la Vaccine. — MM. **Roux, Martin** et **Renault**, sont désignés.

Hommage à M. le professeur Hayem. — M. **le Président, M. Hayem.**

Rapports. — De M. **Lesné** : Sur les travaux concernant le Service des Epidémies de 1930. — De M. **Meillère** : Sur des demandes d'autorisation de sources minérales.

Vœu concernant la réglementation de la vente de l'alcool, présenté par M. **Sieur.**

Nomination de la Commission de l'alcoolisme.

Communication. — MM. **Pr. Merklen** et **H. Gounelle** : Sur les rapports de la constitution chimique de l'urée avec le syndrome azotémique.

Lectures. — M. **Gabriel Bertrand** : Sur un réactif permettant l'obtention facile des cristaux d'hémine et leur montagne à partir du sang. — M. **A. Goris** : Sur la nécessité de doser physiologiquement les préparations d'aconit. — M. **André Feil** : Importance du dépistage de la tuberculose dans les professions de l'alimentation. A propos d'une enquête dans l'industrie du gavage des pigeons.

Séance du 1er Décembre 1932.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques.

Correspondance non officielle. — M. **le Dr Dartigues** : Envoi de son ouvrage, *Parachirurgie.*

Présentation d'un ouvrage imprimé. — M. **Hartmann** : *La chirurgie du rectum.*

Décès de M. David Bruce,

Notice nécrologique sur M. Albert Mayor, lue par M. **Le Noir.**

Rapport. — M. **Lucien Camus** : Rapport général annuel sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France pendant l'année 1930, aux Colonies et dans les Pays de protectorat pendant l'année 1929.

Election d'un membre titulaire dans la VIe section (Pharmacie). — M. **Bertrand** est élu.

Lectures. — M. **L. Couvy** : Traitement du tétanos par l'association urotropine et sérum. — M. **R. Dujarric de la Rivière** : Au sujet d'une Consultation publique et gratuite d'Hygiène. — M. **le Dr Laurent Moreau** : Recherches cliniques et radiologiques sur la silicose pulmonaire. — M. **G. Desbouis** : Sur quelques observations de contagion dans des cas d'emphysème ou d'asthme secondaires à des scléroses pleuro-pulmonaires.

Séance du 8 décembre 1931.
(Séance annuelle pour 1932.)

Rapport général sur les prix décernés par l'Académie en 1931, présenté par M. **Jules Renault**, secrétaire annuel.

Proclamation de ces prix, par M. **de Lapersonne**, président.

Eloge de Félix Guyon, par M. le professeur **Félix Legueu.**

Séance du 15 décembre 1931.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. — M. **le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** : Envoi de l'ampliation du décret approuvant l'élection de M. **Bertrand.**

Correspondance non officielle. — M. **le Dr Le Clerc** : Envoi de son ouvrage, *La vie médicale à Saint-Lô* (XVIe, XVIIe, XVIIIe siècles).

Présentations d'ouvrages imprimés. — M. **Achard** : *Le livre d'or du Centenaire de Marcelin Berthelot* ; *Congrès dentaire international* ; *Leçons cliniques sur les maladies du sang et des organes hématopoïétiques.* — M. **Menetrier** : *Les maladies de l'esprit et leurs médecins du XVIe au XIXe siècle*, par MM. **Laignel-Lavastine** et **Vinchon** — *Histoire de l'Urologie*, par M. **Desnos** — *Histoire de la Médecine*, par M. **Charles Greene Cumston**.

Notice nécrologique sur M. De Brun, lue par M. **Ravaut**.

Rapport de M. **Pouchet** : Sur des demandes d'autorisation d'exploitation de sources minérales.

Communications. — M. **Emile Sergent** : Ma troisième mission d'enseignement clinique au Canada français. — M. **G. Marinesco** : Un cas remarquable de dédoublement de la personnalité.

Lectures. — MM. le Dr **Anglade, O. Gaudin** et Mlle **Arcony** : Sur quelques résultats cliniques de l'utilisation des pyréthrines dans le parasitisme intestinal et ses troubles secondaires. — M. le Dr **Pedro Belou** : Revision anatomique de la morphologie des artères sur la base de la diaphanisation des pièces anatomiques et de leur artériographie plane et stéréoscopique. — Remerciements du **Président**.

Séance du 29 Décembre 1931.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. — Demandes d'autorisation pour la fabrication et la mise en vente de produits pharmaceutiques.

Présentation d'un ouvrage imprimé. — M. **Marc Rubinstein** : *Traité pratique de Sérologie et de Sérodiagnostic.*

Election pour le renouvellement partiel des Commissions permanentes et de la Commission des Associés nationaux et étrangers.

Rapport de M. **Bezançon** : Sur la question de la propriété scientifique.

Communication. — M. **Lucien Camus** : Comment la variole peut nous surprendre.

Lectures. — MM. **Michel Polonovski** et **Paul Boulanger** : L'ammoniogénèse rénale dans les néphrites et les néphroses. — M. **R.-A. Marquézy** : Résultats fournis par l'emploi d'un sérum antidiphtérique, antitoxique et antimicrobien concentré et désalbuminé. — M. **Chantriot** : A propos d'un cas de paralysie faciale périphérique chez un porteur sain de bacilles de Löffler.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 Novembre 1931.

MM. **H. Bierry, F. Rathery** et Mlle **Yv. Laurent** : *Le sucre protéidique chez les Chiens dépancréatés.* Chez les Chiens ayant subi l'ablation du pancréas et recevant des injections de glucose, ou de glucose et d'insuline, ou d'insuline seule, on trouve des fluctuations importantes du taux du sucre protéidique dans les plasmas sus-hépatique, porte ou artériel. L'ordre de grandeur de ces variations est parfois très important et supérieur à celui des variations du glycogène hépatique ou musculaire. Ces résultats mettent en lumière l'importance du rôle joué par le sucre protéidique dans la glycorégulation. Ce dernier constitue bien une des formes alternantes sous lesquelles la matière sucrée se retrouve à plusieurs reprises dans son cycle évolutif à travers l'organisme animal. — M. **F. Rathery** et Mlle **Yv. Laurent** : *Les effets de l'insuline sur la glucosurie phlorizique chez le Chien normal.* L'insuline a un effet variable sur la glycosurie phlorizique chez le Chien normal ; si parfois elle l'abaisse, le plus souvent elle l'élève, même lorsque le glycogène hépatique est bas et qu'il existe de l'hypoglycémie. Les élévations de la glycosurie après l'injection d'insuline permettent de penser que l'insuline n'empêche pas la phlorizine de continuer à produire son effet. — M. **Alexandre Lipschütz** : *Sur la question du facteur lutéinisant dans l'hypophyse du Cobaye.* Des quantités même très considérables de lobe antérieur d'hypophyse du Cobaye, mâle ou femelle, sont incapables de provoquer la formation de corps jaune chez des Rates infantiles. Cela n'exclut pas l'absence totale de l'hormone lutéinisante dans le lobe antérieur du Cobaye, ou peut-être y est-elle présente en quantités 10 fois moindres que dans un poids correspondant de lobe antérieur de Rat. — MM. **Pasteur Vallery-Radot, G. Mauric** et Mme **A. Hugo** : *Influence de l'hyperthermie et de l'hypothermie sur le choc anaphylactique du Lapin.* L'hyperthermie ou l'hypothermie chez le Lapin empêche l'apparition du choc anaphylactique lorsqu'un certain degré thermique est atteint. La protection contre le choc ne dure que pendant l'hyperthermie ou l'hypothermie. L'injection seconde faite au cours de l'hypothermie ou de l'hyperthermie bien qu'elle ne s'accompagne pas de choc anaphylactique apparent, désensibilise ordinairement l'animal. — MM. **A. Tournade** et **Raymond Hamet** : *Action de l'anagyrine chez le Chien yohimbinisé.* Chez le Chien chloralosé, ayant ses vagues coupés au cou et soumis à la respiration artificielle, les doses d'anagyrine, qui provoquent normalement une forte hypertension et une vasoconstriction nette du rein, déterminent au contraire, quand l'animal a reçu une dose de yohimbine suffisante pour inverser l'action hypertensive de doses moyennes d'adrénaline, une hypotension marquée avec diminution passive du volume du rein. Donc, tant par son action chez le Chien yohimbinisé que par l'ensemble de ses effets physiologiques, l'anagyrine appartient au groupe des substances nicotiniques. — MM. **C. Levaditi, A. Marie** et **P. Lépine** : *Mécanisme de l'immunité dans la fièvre récurrente de l'Homme.* Lorsque l'infection récurrentielle s'attaque de prime abord à l'encéphale, la fièvre récurrente conférée est totalement différente de la maladie classique. Les accès répétés, séparés par des périodes d'accalmie, sont remplacés par une fièvre presque continue et de longue durée. Or le caractère alternant de l'infection récurrentielle est dû à deux facteurs : d'une part à l'immunité acquise de l'organisme, et d'autre part, à l'anticorps résistance, également acquise, des parasites spiralés. Il en résulte que cette immunité doit être sous la dépendance du système nerveux, puisqu'elle n'apparaît pas si les centres nerveux sont modifiés par une infection récurrentielle locale. — M. **J. André Thomas** : *Réactions*

de deux Invertébrés : Ascidia mentula *Müll* et Nereis diversicolor *O. F. M., à l'inoculation de substances à propriétés cancérigènes*. L'inoculation de substances cancérigènes à *A. mentula* et *N. diversicolor* ne provoque que des réactions inflammatoires banales. Toutefois, chez cette dernière espèce, les inoculations d'extraits homologues peuvent provoquer des réactions lymphogénétiques analogues à celles déterminées, naturellement ou expérimentalement, par les produits libérés au cours de la dégénérescence des oocytes. En aucun cas il n'y a participation du parenchyme. — M. **P. Lépine** : *Etudes sur la tremblante du Mouton par inoculation à la Souris*. Les caractères résumant la maladie expérimentale observée chez la Souris inoculée avec le virus écossais de la tremblante du Mouron, et dont les principaux sont les symptômes nerveux, l'histopathologie, la nauroprobasie et la septinévrite causés par le virus, l'immunité laissée par une infection légère opposée à l'absence de vaccination par injection de virus tué, le pouvoir virulicide du sérum chez les animaux immuns, la conservation du virus dans l'encéphale du Rat, soulignent le neurotropisme élevé du virus de la tremblante et font de la maladie étudiée chez la Souris, l'une des plus démonstratives parmi les affections à virus neurotropes. — M. **Ch. Achard**, Mlle **Jeanne Lévy** et M. **Fr. Wellisch** : *Modifications chimiques des éléments inorganiques du sang au cours du* delirium tremens *et chez des animaux alcoolisés*. La teneur en potassium du sérum des Chiens qui ont reçu de l'alcool par voie intraveineuse et par voie buccale est inférieure à celle du sérum normal ; on observe en même temps de l'hypercalcémie. Quant au taux du sodium dans le sérum il ne subit que de faibles variations. Chez des alcooliques en crise de *delirium tremens*, la taux de K plasmatique est diminué tandis que celui des autres cations (Ca, Na) est nettement augmenté. — MM. **Ch. Achard, M. Bariéty** et **A. Codounis** : *Sur l'équilibre lipidique du sérum sanguin chez le Chien normal*. Il ne semble pas y avoir de rapport évident entre le taux de la lipidémie, le poids, le sexe et la protidémie. Les chiffres trouvés se rapprochent habituellement des chiffres observés chez l'Homme (5 à 8 gr.). Le chiffre des acides gras oscille en moyenne entre 5 et 6. La cholestérolémie est sensiblement identique ou un peu inférieure à celle de l'Homme (environ 1,41). L'indice lipémique donne une moyenne de 0,20. — MM. **L. Képinov** et **S. Petit-Dutaillis** : *Effets de l'action prolongée de l'insuline sur le pouvoir hyperglycémiant du sang diabétique*. S'il est vrai que dans une action de très courte durée l'insuline ne fait pas disparaître le facteur hyperglycémiant, il est vraisemblable que si on parvenait, grâce à cette hormone, à maintenir, d'une façon durable et parfaite, la glycémie du Chien diabétique au niveau normal, le sang de cet animal perdrait tout pouvoir hyperglycémiant vis-à-vis d'un animal neuf. — M. **G. Ramon** : *Sur le mode d'action et sur la constitution de la toxine diphtérique*. D'après Ehrlich, la toxine diphtérique est composée d'une pluralité de substances dont chacune est douée, *in vitro* et *in vivo* d'une activité particulière : toxine proprement dite qui cause la mort, toxine qui provoque les œdèmes et les paralysies, prototoxine, toxoïdes, etc... En injectant à des Cobayes de la toxine diphtérique (contenant soi-disant, les nombreuses substances d'Ehrlich en quantités variables) l'auteur a montré que l'effet observé se ramène toujours à une question de dose. Les phénomènes, variés dans leur manifestation et leur intensité, provoqués ainsi à volonté, sont en réalité en relation étroite avec la quantité du *même* poison contenu dans les divers échantillons de toxine employés, et non avec la nature des hypothétiques composants de ces échantillons — MM. **P.** et **M. Leconte du Noüy** : *Spectrophotométrie du sérum dans le visible et le proche infrarouge*. — M. **A. Boquet** : *Surinfection tuberculeuse du Cobaye par voie testiculaire*. Dans la tuberculose naturelle de l'Homme et des animaux, jusqu'à une période très avancée de la maladie, certaines lésions, dues à des surinfections endogènes ou exogènes importantes, sont susceptibles de présenter les mêmes caractères anatomiques, la même activité et la même gravité locale que les lésions antérieures. En dehors des phénomènes allergiques qui les précèdent ou les accompagnent, elles ne s'en distinguent que par l'aspect des réactions ganglionnaires de voisinage, dont l'intensité décroît au fur et à mesure que progresse l'immunité générale engendrée par la primo-infection.

Séance du 14 Novembre 1931.

M. **F. Devé** : *Au sujet de la toxicité locale comparée de l'échinococcose hydatique et de l'échinococcose alvéolaire*. Il semble bien qu'aucune différence foncière n'existe, du point de vue de leur activité toxique, entre les protoplasmas échinococciques « hydatique » et alvéolaire. La dissemblance entre les deux modalités parasitaires paraît résulter seulement de ce fait que l'une se trouve rapidement et intégralement cuticulée sur toute sa surface et voit sa toxicité locale, dès lors, à peu près complètement « enclose », tandis que l'autre, par les bourgeons germinatifs nus qu'elle continue d'émettre dans les tissus environnants, répand pour ainsi dire indéfiniment autour d'elle ses poisons nécrosants. — M. **Alexandre Lipschütz** : *La folliculine agit-elle sur le plumage du Pigeon ?* La folliculine, même à des doses très massives, reste sans influence sur le plumage du Pigeon, mâle ou femelle. Des doses de 750 unités-Rat par jour, c'est-à-dire des quantités près de 30 fois plus grandes (calculées pour 100 gr. du poids de l'animal) que celles qui se révèlent efficaces chez le chapon, n'influencent pas la plume du Pigeon. La plume du Pigeon se comporterait ainsi d'une manière essentiellement différente de la plume des Gallinacés, du Faisan, du Canard et autres. — M. **J.-André Thomas** : *Sur les réactions de la tunique d'*Ascidia mentula *Müll, à l'inoculation de* Bacterium tumefaciens *Sm.* Le *Bacterium tumefaciens* peut provoquer électivement dans la tunique d'*Ascidia mentula*, des réactions histologiques inflammatoires d'une grande intensité (prolifération, évolution cellulaire), au même titre qu'il détermine des tumeurs inflammatoires chez certaines végétaux. — M. **S. Mutermilch** et Mlle **E. Salamon** : *Sur l'immunité méningée passive et active*. La barrière vasculo-méningée, chez l'Homme et chez le Lapin, à l'état normal, est infranchissable ou très peu franchissable pour

les anticorps. 2° Deux à cinq injections d'antigène (hématies, microbes, trypanosomes, virus rabique, anatoxines) dans la cavité méningée du Lapin, déterminent la formation des anticorps, aussi bien dans la circulation générale que localement, dans la cavité méningée. — MM. **H. Bierry**, **F. Rathery** et Mlle **Yv. Laurent** : *Sucre protéidique chez le Chien soumis au jeûne.* Chez les Chiens soumis au jeûne prolongé, on peut constater une élévation considérable du taux du sucre protéidique qui peut devenir trois fois supérieur à celui du sucre libre. Si on administre du glucose aux Chiens soumis préalablement au jeûne, on constate des variations importantes du taux du sucre protéidique dans le sang des veines sus-hépatique et porte et dans le sang artériel, dans les heures suivantes. Ces faits viennent encore souligner l'importance du sucre protéidique dans le cycle évolutif de la matière sucrée à travers l'organisme. — M. **V. Radu** : *Sur quelques détails de structure des cellules trachéales de l'Œstre.* Les cellules trachéales de l'Œstre semblent avoir une origine épithéliale. Il semble d'autre part qu'elles peuvent se transformer en cellules adipeuses, en vieillissant. — MM. **J. Moreau** et **A. Tortorella** : *Essais d'exaltation de la virulence du B.C.G. chez le Cobaye infecté par* Streptococcus caviae. Le *S. caviae*, très pathogène pour le Cobaye, produit, lorsqu'il est inoculé à petites doses, une infection chronique qui évolue lentement. Contrairement aux affirmations d'Hormaeche et Mackinnon, le B.C.G. inoculé à des Cobayes porteurs de cette infection chronique conserve le même degré d'atténuation que le B.C.G. inoculé à des Cobayes normaux. En aucun cas il n'a été observé, au cours des passages, la moindre augmentation de la virulence de ce bacille-vaccin. — MM. **Marcel Labbé**, **M. Fabrykant** et **C. Zamfir** : *Les variations du taux du phosphore sanguin sous l'influence de l'absorption d'acide phosphorique chez l'Homme.* L'absorption de 60 gouttes d'acide phosphorique par un sujet normal, à jeun depuis 12 heures, détermine, en l'espace d'une heure, une élévation du phosphore minéral du sang, dont l'ampleur varie d'un sujet à l'autre. Chez les diabétiques les réactions sont moins nettes dans les cas positifs, mais d'une façon générale irrégulières. Quant à la réserve alcaline, chez le sujet normal et chez le diabétique, il n'existe, semble-t-il, aucun rapport entre ses variations et celles de la phosphatémie. — Mlle **Janina Orska** : *Sur un développement atypique du corps mitochondrial chez le mâle (Faux-Bourdon) de l'Abeille domestique* (Apis mellifica, *Hyménoptères*). Le développement atypique du corps mitochondrial décrit dans cette note, est probablement provoqué, comme les autres anomalies de la spermatogénèse du mâle de l'Abeille (par exemple une seule division complète des spermatocytes), par l'haploïdie de cet organisme. — M. **L. Lapicque** et Mme **M. Lapicque** : *Caractères fallacieux des soi-disant mesures de chronaxie effectuées dans un bain de solution physiologique.* Si l'on veut obtenir, par la stimulation électrique, les renseignements fermes et précis que fournit la méthode chronaximétrique, on doit éviter de pratiquer cette stimulation au sein du liquide physiologique. Sans cela on obtient une *pseudo-chronaxie*, qui dépend essentiellement des paramètres physiques du bain électrolytique, et non des qualités propres du muscle; bien loin d'être comme la vraie chronaxie une mesure de l'excitabilité musculaire, elle ne renseigne même pas sur les variations de celle-ci. — M. **Pierre Auger** : *La pile photo-électrique et se applications.* — M. **André Pézard** : *Influence du sexe de la maturité et de la castration sur la rétine des Oiseaux. Variation de la proportion des boules colorées.* La rétine des Oiseaux renferme des boules colorées et incolores dans l'article interne de certains cônes, le rôle de ces boules est inconnu. Les boules incolores sont nombreuses chez les jeunes animaux et rares chez l'adulte. Le rapport des boules rouges aux jaunes s'élève chez l'adulte. La castration influence le rapport des boules rouges et jaunes en le rapprochant de l'état observé chez les jeunes qui ne sont pas mûrs; elle agit également chez le mâle et chez la femelle. Cette modification de la rétine des castrats paraît pouvoir expliquer la modification des instincts qu'on observe chez eux. — MM. **S. Nicolau** et **L. Kopciowska** : *Quelques cas de cataracte survenue chez des Lapins immunisés ou en cours d'immunisation contre le virus herpétique.* — M. **A.-Ch. Hollande** et Mme **G. Hollande** : *Cytologie du* Bacillus anthracis *(Davaine, Koch).*

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 1-32